

**PRISCILLA RAMALHO LEPRE**

**DIRETRIZES PARA APLICAÇÃO DE DISPOSITIVOS POKA-YOKE NO  
DESIGN DE MOBILIÁRIO:  
Uma Estratégia para o Design Sustentável**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Design, Programa de Pós-Graduação em Design, Setor de Ciências Humanas, Letras & Artes, Universidade Federal do Paraná.

**Orientador:** Prof. Aguinaldo dos Santos, PhD.

**CURITIBA  
2008**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS  
COORDENAÇÃO DE PROCESSOS TÉCNICOS

Lepre, Priscilla Ramalho

Diretrizes para aplicação de dispositivos poka-yoke no design de mobiliário :  
uma estratégia para o design sustentável / Priscilla Ramalho Lepre. – Curitiba,  
2008.

209f. : il. color.

Inclui bibliografia

Orientador: Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências  
Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação em Design.

1. Desenho (Projetos). 2. Mobiliário - Projetos. I. Santos, Aguinaldo dos.  
II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes.  
Programa de Pós-Graduação em Design. III. Título.

CDD 749



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Humanas Letras e Artes  
Departamento de Design  
Programa de Pós Graduação em Design | PPGDesign


## TERMO DE APROVAÇÃO

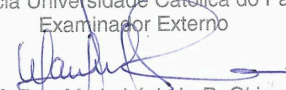
**Priscilla Ramalho Lepre**


Diretrizes para aplicação de dispositivos poka-yoke no design de mobiliário popular: uma estratégia para o design sustentável

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Design, no Programa de Pós-Graduação em Design, Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Federal do Paraná.

Banca Examinadora:

  
Prof. Dr. Jaime Ramos  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Examinador Externo

  
Profª. Dra. Maria Lúcia L. R. Okimoto  
Universidade Federal do Paraná  
Examinadora interna

  
Prof. Dr. Aquinaldo dos Santos  
Universidade Federal do Paraná  
Presidente e examinador interno

Curitiba, 30 de junho de 2008.

Profª. Dra. Maria Lúcia L. R. Okimoto  
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Design  
Universidade Federal do Paraná

## Pensamento

Era uma vez um grão de onde nasceu uma árvore que foi abatida por um lenhador e cortada em uma serraria.

Um marceneiro trabalhou-a e entregou-a a um vendedor de móveis.

O móvel foi decorar um apartamento e mais tarde deitaram-no fora.

Foi apanhado por outras pessoas que o venderam numa feira.

O móvel estava lá no adeleiro, foi comprado barato e, finalmente houve quem o partisse para fazer lenha.

O móvel transformou-se em chamas, fumo e cinzas.

Eu quero ter o direito de refletir sobre esta história, sobre o grão que se transforma em árvore que se torna móvel e acaba fogo, sem ser lenhador, marceneiro, vendedor, que não vêem senão um segmento da história.

**Edgar Morin, 2000, p. 34**

## Dedicatória

para Pietro, com todo meu amor

### Semente do Amanhã

Composição: Gonzaguinha

Ontem um menino que brincava me falou  
que hoje é semente do amanhã...

Para não ter medo que este tempo vai passar...

Não se desespere não,

Nem pare de sonhar

Nunca se entregue,

Nasça sempre com as manhãs...

Deixe a luz do sol, brilhar no céu do seu olhar!

Fé na vida,

Fé no homem,

Fé no que virá!

Nós podemos tudo,

Nós podemos mais

Vamos lá fazer o que será!

## Agradecimentos

**Pai e mãe**, obrigada pelo dom da vida, pelo amor e apoio incondicionais.

**Pietro**, filho, eu te amo, te amo te amo te amo te amo te amo te amo te amo.  
Obrigada por todos os “eu te amo” que me diz (até de madrugada), que me confortam, me aquecem como o sol, me enchem de força vital pra continuar.

**A minha família** agradeço pela paciência e pela ajuda.

**Tia Cida**, obrigada por me mostrar os caminhos do aprender.

**Vô Primo, Vó Antônia e Vovó Leá**, vocês são as estrelas do meu céu.

**Aguinaldo**, obrigada pela orientação, pelos ensinamentos, pelo apoio, pelos empurrões nos momentos difíceis, pela amizade, pela confiança, pela incansável luta por um mundo melhor e mais justo para se viver.

### Agradecimentos especiais

A **CAPES** pela bolsa que me permitiu estudar.

A **FINEP** pelo apoio no projeto, pela oportunidade da pesquisa;

A **MASISA**, a **COHAB-CT**, **MM Móveis** e **UNEP** pelo apoio no projeto e no estudo de caso.

À super Professora **Dra. Stephânia Padovani**, minha tutora para os erros humanos, por suas orientações, conselhos e pela amizade.

À Professora **Dra. Maria Lúcia Okimoto**, pelas orientações em ergonomia e usabilidade, pela amizade e carinho de longa data.

À Professora **Dra. Maristela** pela orientação em design e cultura.

Ao **Cláu**, pelo carinho e amizade.

Ao Professor **Carlo Vezzoli**, pela inspiração.

A todos os professores, meus amigos e colegas do **PPGDESIGN**, obrigada.

Ao **Núcleo de Design e Sustentabilidade da UFPR** e a **Equipe KITS – Professores, Mestrandos, Bolsistas**, sem vocês nada seria possível.

Aos moradores do **Loteamento Moradias Sambaqui e Bela Vista do Passaúna**, por abrirem suas casas, nas várias fases desta pesquisa.

## Sumário

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>XIII</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>XIV</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XV</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Poka-Yoke – significado da palavra.....	1
1.2 Problema de Pesquisa.....	1
1.3 Objetivo .....	1
1.4 Hipótese.....	2
1.5 Justificativa .....	2
1.6 Visão Geral do Método de Pesquisa .....	4
1.7 Limitações da Pesquisa .....	4
1.8 Estrutura da Dissertação.....	5
<b>2 A CONTRIBUIÇÃO DO DESIGN PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL... 6</b>	<b>6</b>
2.1 Contexto do Capítulo .....	6
2.2 Desenvolvimento Sustentável – Definição.....	6
2.3 A Evolução do Conceito de Desenvolvimento Sustentável .....	7
2.4 A Evolução da Sustentabilidade no Design .....	12
2.5 Conceitos e Princípios Associados à Dimensão Ambiental do Design Sustentável .....	18
2.5.1 Ciclo de Vida de um Produto/Serviço/Sistema .....	18
2.5.2 Estratégias para obtenção do Design Sustentável na Dimensão Ambiental 20	
2.5.2.1 Visão Geral .....	20
2.5.2.2 Design para a Montagem e Desmontagem .....	23
2.5.2.3 Design para a confiabilidade.....	25
2.6 Iniciativas internacionais de design sustentável aplicadas ao design de móveis26	
2.7 Discussão.....	28
<b>3 ERRO HUMANO E MECANISMOS POKA-YOKE .....</b>	<b>30</b>
3.1 Definição.....	30
3.2 O Processo Cognitivo e a Ocorrência do Erro Humano.....	32
3.3 Taxonomia dos Erros Humanos.....	34
3.4 Fatores Indutores do Erro Humano.....	37

3.5	O Sistema 'Erro Humano' .....	40
3.6	Discussão .....	43
3.7	O Conceito de Poka-Yoke e sua Gênese .....	44
1.1.1	Definição .....	44
3.7.1	A Evolução da Inspeção/controle da Montagem de Produtos .....	45
3.7.1.1	Inspeção 100% pelo Artesão .....	45
3.7.1.2	Inspeção 100% ao final da Linha de Montagem .....	46
3.7.1.3	Inspeção por Amostragem .....	48
3.7.1.4	Auto-Inspeção no Controle de Qualidade Total .....	48
3.7.2	Tipologias de Poka-Yoke .....	50
3.7.2.1	Visão Geral .....	50
3.8	Discussão .....	56
<b>4</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>57</b>
4.1	Caracterização do Problema e Seleção do Método de Pesquisa .....	57
4.2	Estratégia Geral de Desenvolvimento .....	58
4.2.1	Visão Geral .....	58
4.2.2	Revisão de Literatura .....	59
4.3	Protocolo de Coleta de Dados – Mini-Surveys .....	61
4.3.1	Visão Geral .....	61
4.3.2	Mini-Survey 1 – Lojas de Móveis .....	61
4.3.3	Mini-Survey 2 – Habitações Populares .....	63
4.3.4	Análise .....	64
4.4	Protocolo de Coleta de Dados - Estudo de Caso .....	68
4.4.1	Critérios para Seleção do Conceito e Confecção do Protótipo .....	68
4.4.2	Estratégia de Desenvolvimento .....	69
4.4.3	Critério de Seleção dos Moradores de Habitação de Interesse Social para Teste do Mobiliário .....	72
4.4.4	Preparação do Ambiente para os Testes .....	72
4.4.5	Estratégia de Análise do Estudo de Caso .....	72
4.5	Análise Geral .....	74
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISES .....</b>	<b>75</b>
5.1	Contexto .....	75
5.2	Mini-Survey 1- Lojas de Móveis Populares .....	75
5.2.1	Caracterização da Amostra .....	75
5.2.2	Resultados - Observação Direta .....	77



5.2.3	Resultados - Questionário .....	84
5.2.4	Análise dos Dados.....	85
5.3	Mini-Survey 2 - Habitações Populares .....	87
5.3.1	Seleção da Amostra .....	87
5.3.2	Caracterização Geral da Amostra.....	90
5.3.3	Caracterização da amostra da Mini-Survey 2 - Piloto .....	91
5.3.4	Resultados da Mini-Survey Piloto.....	92
5.3.5	Resultados da Mini-Survey 3 – Habitações Populares.....	93
5.3.5.1	Caracterização geral dos móveis .....	93
5.3.5.2	Materiais e Junções .....	101
5.3.5.3	Montagem/Desmontagem.....	105
5.3.5.4	Danos.....	107
5.3.5.5	Confiabilidade e Segurança do Mobiliário.....	118
5.3.5.6	Poka-Yokes.....	119
5.3.6	Análise das Mini-Surveys nas Habitações Populares.....	120
5.4	Estudo de Caso .....	124
5.4.1	Visão Geral.....	124
5.4.2	Caracterização do Conceito do Produto Piloto .....	125
5.4.3	Caracterização dos Avaliadores.....	132
5.4.4	Ambiente de Teste – Casa 1.0 .....	133
5.4.5	Resultados.....	134
5.4.5.1	Observação Direta – Visão Geral .....	134
5.4.5.2	Grupo 1: Avaliadores 1 e 2.....	141
5.4.5.3	Grupo 2: Avaliadores 3 e 4.....	142
5.4.5.4	Grupo 3: Avaliadores 5 e 6.....	150
5.4.5.5	Grupo 4: Avaliadores 7, 8 e 9.....	153
5.4.5.6	Entrevista Pós-Processo .....	158
5.4.6	Análise.....	161
5.5	Análise Geral – Diretrizes para a Utilização de Poka-yokes no Design de Móveis Populares .....	170
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>176</b>
6.1	Considerações Gerais - Oportunidade de Utilização de Poka-yokes como Estratégia para o Design Sustentável de Móveis Populares. ....	176
6.2	Considerações sobre o Método de Pesquisa.....	176
6.3	Sugestões para trabalhos futuros .....	177

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	179
REFERÊNCIAS ELETRÔNICAS .....	185
APÊNDICE 1.....	190
APÊNDICE 2 .....	192
APÊNDICE 3 .....	194
APÊNDICE 4 .....	196
APÊNDICE 5 .....	199
APÊNDICE 6 .....	201
APÊNDICE 3 .....	203
APÊNDICE 8 .....	206
APÊNDICE 9 .....	208

## Lista de Figuras

FIGURA 1. 2: Mobiliário Descartado em Via Pública .....	3
FIGURA 2.1: Três Dimensões do Desenvolvimento Sustentável.....	7
FIGURA 2.2: "Balloon" Chair or "Backstool"- William Connolly of Castletown, 1725. ....	12
FIGURA 2.3: Cadeira Wassily - Marcel Breuer – BAUHAUS .....	13
FIGURA 2.4: Wanda Chaise Long.....	14
FIGURA 2.5: PSS Allegrini – Caminhão de recarga. ....	15
FIGURA 2.5: Abordagem Reparadora e Ambientalmente mais Estratégicas do Design Sustentável.....	16
FIGURA 2.6: Porcentagem de consolidação das pesquisa e prática dos conhecimentos em design sustentável.....	17
FIGURA 2.7: Life Cycle Design. ....	19
FIGURA 2.8: Estratégia do Design do Ciclo de Vida e as Fases do Ciclo De Vida do Produto. ....	21
FIGURA 2.9: Cadeira Aeron Herman Miller. ....	24
FIGURA 3.1: Desvio da Ação Ideal - Erro .....	30
FIGURA 3.2: Processo Ação e Cognição.....	33
FIGURA 3.3: Sistema Genérico de Modelo de Erros. ....	34
FIGURA 3.4: Panorama Geral das Taxonomias dos Erros Humanos. ....	36
FIGURA 3.5: Interação sistêmica da ação, tipos de erros e fatores indutores do erro.....	41
FIGURA 3.6: Contexto Sistêmico do Erro Humano .....	43
FIGURA 3.7: Exemplo de linha de produção como a proposta por Henry Ford.....	47
FIGURA 3.8: Ciclo da gestão da qualidade – ZQC.. ....	49
FIGURA 3.9: Métodos de Atuação dos Dispositivos Poka-Yoke.. ....	50
FIGURA 3.10: Exemplo Método de Controle - Bed Elevator. ....	51
FIGURA 3.11: Exemplo de método de alerta aplicado em produto – .....	52
FIGURA 3.12: Exemplo de método de posicionamento.....	52
FIGURA 3.13: Exemplo de Método de Contato Multiprocessadores .....	53
FIGURA 3.14: Exemplo de método de contagem- Kit de cobertura Do-it-Yourself.....	53
FIGURA 3.15: Exemplo de método de comparação - Embalagens de Pipoca. ....	54
FIGURA 3.16: Exemplo de design restritivo - Novo Plugue Brasileiro. ....	54
FIGURA 3.17: Exemplo de design coercitivo - Produtos para a segurança infantil. ....	55
FIGURA 4.1: Visão Geral das Estratégias de Pesquisa.....	58
FIGURA 4.2: Detalhe da Estratégia de Pesquisa - Mini-Survey 1.....	62
FIGURA 4.3: Detalhe da Estratégia de Pesquisa - Mini-Survey 2 .....	63
FIGURA 5.1: Estrutura básica do móvel. ....	77
FIGURA 5.2: Exemplos de configurações formais das tipologias analisadas .....	78

<b>FIGURA 5.4:</b> Instruções de Montagem de um Guarda-Roupas de Três Portas.....	82
<b>FIGURA 5.5:</b> Panorama Geral dos Materiais Presentes na Amostra.....	83
<b>FIGURA 5.6:</b> Panorama Geral dos Sistemas de Fixação Presentes na Amostra .....	83
<b>FIGURA 5.7:</b> Panorama Geral dos Acabamentos Empregados na Amostra.....	84
<b>FIGURA 5.8:</b> Planta baixa casa padrão CT34B (A) / Fachada da casa padrão CT34B (B). .....	88
<b>FIGURA 5.9:</b> Fachada residência 5 (A) e fachada da residência 9 (B).....	89
<b>FIGURA 5.10:</b> Colchão sobre estrado diretamente no piso de concreto. Casa 01.....	94
<b>FIGURA 5.11:</b> Roupas penduradas e empilhadas. Casa 05.....	94
<b>FIGURA 5.12:</b> Sapatos empilhados sobre televisor. Casa 01 .....	95
<b>FIGURA 5.13:</b> Cadeira utilizada como apoio para televisor. Casa 09 .....	96
<b>FIGURA 5.14:</b> Prateleira improvisada em nicho sob a pia. Casa 04. ....	97
<b>FIGURA 5.15:</b> Soluções para guardar utensílio, mantimentos e produtos de limpeza. Casa 04 .....	97
<b>FIGURA 5.16:</b> Porcentagens da origem dos móveis. ....	98
<b>FIGURA 5.17:</b> Estante doada. Casa 05.....	99
<b>FIGURA 5.18:</b> Balcão remanescente do processo migratório - Casa 01 .....	100
<b>FIGURA 5.19:</b> Banqueta e banco de fabricação própria do morador. Casa 04.....	101
<b>FIGURA 5.20:</b> Panorama geral dos materiais encontrados nas peças estruturais e funcionais dos móveis da amostra .....	102
<b>FIGURA 5.21:</b> Lateral de armário: emprego de sistema misto de fixação e junção. Casa 01 .....	103
<b>FIGURA 5.22:</b> Suporte de varão danificado e apoiado por pregos. Casa 05 .....	104
<b>FIGURA 5.23:</b> Móvel do Tipo “Faça-você-mesmo”. Casa 01 .....	106
<b>FIGURA 5.24:</b> Detalhe do Encaixe de Cama Tubular em Ferro. Casa 04 .....	106
<b>FIGURA 5.25:</b> Adesivos aplicados ao mobiliário. ....	108
<b>FIGURA 5.26:</b> Danos ao mobiliário: perfuração, riscos, manchas, descolamento. Casa 03..	109
<b>FIGURA 5.27:</b> Descolamento severo da superfície de uma mesa. Casa 02. ....	110
<b>FIGURA 5.28:</b> Armário com dobradiça danificada e sem uma das portas. Casa 01.....	112
<b>FIGURA 5.29:</b> Desalinhamento das gavetas: danos à corrediça. Casa 01 .....	113
<b>FIGURA 5.30:</b> Peças avulsas de móveis. Casa 01.....	114
<b>FIGURA 5.31:</b> Guarda-roupa desestruturado pela ausência de base. Casa 01.....	115
<b>FIGURA 5.32:</b> Danos ao mobiliário nas habitações populares.....	116
<b>FIGURA 5.33:</b> Ciclo de vida do móvel residencial popular. ....	117
<b>FIGURA 5.34:</b> Beliche com rupturas nos encaixes. Casa 03. ....	118
<b>FIGURA 5.35:</b> Fatores indutores de erros humanos causadores de danos ao mobiliário nas habitações populares .....	121
<b>FIGURA 5.36:</b> Perspectivas da versão Zig-Zag .....	125
<b>FIGURA 5.37:</b> Formação do módulo da versão Zig-Zag I.....	125
<b>FIGURA 5.38:</b> Encaixes da versão Zig-Zag I – poka-yoke de posicionamento .....	126
<b>FIGURA 5.39:</b> Versão Zig-Zag II – detalhes da formação dos módulos .....	127

<b>FIGURA 5.40:</b> Encaixes da versão Zig-Zag – MINIFIX® - poka-yoke de posicionamento e contato.....	128
<b>FIGURA 5.41:</b> Encaixes da versão Zig-Zag - U metálico – poka-yoke de posicionamento e contato.....	129
<b>FIGURA 5.42:</b> Encaixe da base: poka-yoke de posicionamento e contato .....	129
<b>FIGURA 5.43:</b> Inventário para o nível 1 do manual de montagem - poka-yoke em design informacional .....	130
<b>FIGURA 5.44:</b> Instruções por cores - poka-yoke em design informacional.....	131
<b>FIGURA 5.45:</b> Módulos e ferragens - poka-yokes de montagem.....	132
<b>FIGURA 5.46:</b> Estrutura externa para isolar o ambiente de teste.....	134
<b>FIGURA 5.47:</b> Encaixes dos primeiro bloco do processo de montagem: base .....	135
<b>FIGURA 5.48:</b> Encaixes dos segundo bloco do processo de montagem - laterais.....	136
<b>FIGURA 5.49:</b> Árvore da Sequência Idealizada para o Processo de Montagem.....	137
<b>FIGURA 5.50:</b> Apresentação do protótipo para a avaliação.....	140
<b>FIGURA 5.51:</b> Primeiras ações dos avaliadores do Grupo 1 .....	141
<b>FIGURA 5.52:</b> Posição correta apresentada no manual e posição incorreta dos módulos da base durante a montagem pelo Grupo 1.....	142
<b>FIGURA 5.53:</b> Marcações no protótipo e no piso para orientar avaliadores.....	143
<b>FIGURA 5.54:</b> Ordem correta de montagem apresentada pelo manual e ordem incorreta de montagem da base executada pelo Grupo 2. ....	144
<b>FIGURA 5.55:</b> Falha no poka-yoke em design informacional .....	145
<b>FIGURA 5.56:</b> Problemas com o encaixe de topo da haste de MINIFIX®. ....	145
<b>FIGURA 5.57:</b> Compreensão do conjunto MINIFIX®. ....	146
<b>FIGURA 5.58:</b> Violação da instrução de montagem do MINIFIX®. ....	147
<b>FIGURA 5.59:</b> Violação da inserção do U metálico.....	147
<b>FIGURA 5.60:</b> Movimento de alavanca do módulo – erro latente.....	148
<b>FIGURA 5.61:</b> Montagem do último nível do mobiliário-divisória. ....	149
<b>FIGURA 5.62:</b> Problemas com o encaixe de topo da haste de MINIFIX®.....	151
<b>FIGURA 5.63:</b> U metálico rompido durante a desmontagem.....	152
<b>FIGURA 5.64:</b> Violação dos procedimentos de preparação para a montagem.....	153
<b>FIGURA 5.65:</b> Erro por conhecimento no encaixe do pé de apoio da base.....	154
<b>FIGURA 5.66:</b> Erro por conhecimento no encaixe do pé de apoio da base .....	155
<b>FIGURA 5.67:</b> Instrução para introdução do minifix da base. ....	155
<b>FIGURA 5.68:</b> Erro por conhecimento no encaixe do MINIFIX® da base .....	156
<b>FIGURA 5.69:</b> Erro por conhecimento no encaixe dos módulos do primeiro nível.....	156
<b>FIGURA 5.70:</b> Problema com o encaixe de topo do MINIFIX®. ....	157
<b>QUADRO 5.11:</b> Compreensão do design informacional. ....	159
<b>FIGURA 5.71:</b> Panorama das categorias de erros humanos e fatores indutores na montagem do protótipo de mobiliário/divisória. ....	167

<b>FIGURA 5.72:</b> Tríade do contexto da atividade. ....	172
<b>FIGURA 5.73:</b> Folha de Check-list dos requisitos contexto de uso do móvel popular.....	173

## Lista de Quadros

<b>QUADRO 2.1</b> : Linhas-Guias para o Design do Ciclo de Vida e as Fases do Ciclo de Vida do Produto. Fonte: Adaptado de Manzini & Vezzoli, 2005.....	22
<b>QUADRO 2.2:</b> Linhas-Guias para a Extensão do CV do Mobiliário – Fase de Uso Fonte: Adaptado de Chaves, 2007. ....	27
<b>QUADRO 5.1:</b> Resumo da amostra de móveis analisada em lojas.....	76
<b>QUADRO 5.2:</b> Resumo da amostra dos entrevistados nas lojas de móveis.....	77
<b>QUADRO 5.3:</b> Perfil do uso de materiais por tipologia .....	79
<b>QUADRO 5.4:</b> Perfil dos acabamentos por tipologia.....	80
<b>QUADRO 5.5:</b> Perfil dos sistemas de fixação .....	81
<b>QUADRO 5.6:</b> Moveis mais Vendidos na Loja.....	85
<b>QUADRO 5.7:</b> Perfil das habitações da amostra.....	91
<b>QUADRO 5.8:</b> Tipologia dos Móveis Populares do Conjunto Sambaqui .....	93
<b>QUADRO 5.9:</b> Familiaridade dos avaliadores com ferramentas e ferragens. ....	139
<b>QUADRO 5.10:</b> Aspectos físicos dos avaliadores.....	158
<b>QUADRO 5.12:</b> Dificuldades com as grandes e configuração do produto.....	160
<b>QUADRO 5.13:</b> Diretrizes para aplicação de poka-yokes ao design de móveis populares – funções e métodos poka-yoke e sugestões para o design do sistema poka-yoke. ....	174

## Resumo

No Brasil, 85% da população vivem com renda de até três salários mínimos mensais (IBGE, 2007). Esta expressiva fatia da população brasileira, devido aos fatores sócio-econômicos, apresenta grande mobilidade relativa à habitação e constantes mudanças internas no arranjo familiar, durante ciclo de vida da família. Os móveis ofertados pelo mercado, não contemplam as demandas de mobilidade, flexibilidade e adaptabilidade desta classe social. A presente dissertação apresenta os potenciais da utilização de mecanismos à 'prova de erro humano', conhecidos como poka-yoke, como forma de promover à adequação do móvel a estas demandas e também como uma estratégia para o design sustentável para a extensão da vida útil do mobiliário popular. A pesquisa trata da criação de diretrizes para a utilização de poka-yokes, integrados ao produto, para prevenir e mitigar erros humanos durante o processo de montagem e desmontagem do móvel, executado pelo usuário final. A pesquisa apresenta, também, que o emprego de poka-yokes no design de móveis populares é uma estratégia para a sustentabilidade ambiental e social, por contribuir para a viabilização de diretrizes propostas para o design sustentável de mobiliário, prolongando a vida útil do produto, evitando o descarte prematuro e melhorando o bem-estar, a habitabilidade e por consequência, melhorando a qualidade de vida da população de baixa renda.

**Palavras-chaves:** Design Sustentável, Mobiliário Popular, Poka-yoke



## Abstract

In Brazil, 85% of all population lives with three minimum wages for month (IBGE, 2007). These people presents, intensive house mobility e constantly adjustments around the family configuration, during the family's life-cycle. The furniture, does not attend the real demands about mobility, flexibility and adaptability of this social class. This dissertation presents the potential of mistake-proofing devices, named poka-yoke, like a strategy to adequate the popular furniture to attend the popular demands and like a sustainable design strategy to extend the popular furniture's life-cycle. This research carries out guidelines to use poka-yoke devices on the products to predict human errors during the assembly and disassembly furniture process made by final users. The research presents, also, that the integration of poka-yokes on the furniture design, represents a strategy of the three dimensions of sustainability, because can contribute for the application of other guideline proposals to attend the sustainable design of furniture, promoting repairs, upgrades, adjusts, extending its life-cycle, avoiding premature and unnecessary disposals, improving the habitability and wellbeing of low income people.

**Key-words:** Poka-yoke, Sustainable Design, Popular Furniture.

# 1 Introdução

O termo **Poka-Yoke** não é familiar a todos os leitores, fazendo-se necessário uma introdução que esclareça os significados das palavras que o compõem e qual seu conceito dentro deste trabalho.

## 1.1 Poka-Yoke – significado da palavra

**Poka-Yoke** é um termo japonês composto de duas palavras: *yokeru* que significa **evitar** e *poka* que significa **erros inadvertidos** (CALARGE; DAVANSO, 2003; GROUT, 2004).

Desta forma, Poka-Yokes são mecanismos ou procedimentos utilizados para prevenir erros em produtos, sistemas ou processos, idealizados e desenvolvidos primeiramente pelo engenheiro Shigeo Shingo, a fim de proteger a produção industrial da Toyota, de erros banais que pudessem vir a se transformar em produtos defeituosos (TSOU & CHEN, 2005).

Este trabalho propõe-se utilizar do conceito destes mecanismos e sistemas à prova de erros, como forma de auxiliar a montagem e desmontagem de móveis do tipo faça-você-mesmo, visando manter a integridade física do produto, evitando seu descarte prematuro e estendendo seu ciclo de vida.

## 1.2 Problema de Pesquisa

Como evitar erros no processo de montagem e desmontagem de móveis para populações de baixa renda de forma a garantir de extensão do ciclo de vida?

## 1.3 Objetivo

Criar diretrizes para aplicação dos mecanismos poka-yoke em projetos de mobiliário voltados à população de baixa renda de maneira a evitar erros no processo de montagem e desmontagem e, desta forma, contribuir para a extensão do ciclo de vida do produto.

## 1.4 Hipótese

Os mecanismos poka-yoke colaboram para a redução dos erros de montagem e desmontagem de móveis para a população de baixa renda e, desta forma, contribuem para a extensão do ciclo de vida dos mesmos.

## 1.5 Justificativa

Atualmente o Brasil apresenta 7.832 milhões de déficit de moradias, sendo que deste total, 95% são de moradias consideradas inadequadas, com adensamento excessivo ou falta de itens essenciais à habitabilidade do ambiente construído. Deste déficit, 83,2% se concentra na população que recebe até três salários mínimos mensais, denominada população de baixa renda (IBGE, 2007) e demanda do design, soluções inovadoras que contemplem a realidade econômico-social desta população, particularmente no que diz respeito ao design dos móveis populares.

Devido à grande mobilidade da população nesta faixa de renda, os móveis necessitam ser montados e desmontados constantemente de maneira a adaptar-se a ambientes diversos. O mobiliário para esta camada da população deve ser pensado considerando que durante o ciclo de vida da família, as configurações familiares se alteram, bem como as situações do domicílio, ou seja, seu caráter provisório e a inadequação do espaço da habitação, conforme sugere FOLZ (2002):

“Pensar um mobiliário que dialogue com a pequena dimensão da moradia, com a complexidade da formação familiar e que seja acessível economicamente para estes moradores é uma forma de buscar possíveis soluções que melhorem a habitabilidade” e promovam o bem estar.

A afirmação de Folz (2002) representa a necessidade de se repensar o design de móveis populares no Brasil, sob a ótica social. Esta importância reside no fato dos móveis serem normalmente bens duráveis de longa duração (GORINI, 1998). Segundo CHAVES (2007) os maiores impactos ambientais do móvel, concentram-se nas fases de pré-produção, produção, distribuição e descarte do seu ciclo de vida. Estudos desenvolvidos em países como Itália, Alemanha, Grã Bretanha e Austrália definem, com base em Análise de Ciclo de Vida – ACV, os valores destes impactos e

fornece estratégia de design para melhorar a performance ambiental em cada fase do ciclo de vida do móvel.

A fase de uso do mobiliário, segundo Lewis e Gertsakis (2001), é a que produz menores impactos por não exigir consumo de energia. A estratégia adotada para esta fase é a do design para a durabilidade ou extensão do ciclo de vida, que visa retardar os impactos causados pelo descarte, geralmente relacionados à emissão do formaldeído (substância altamente cancerígena) empregado na confecção de compostos de madeira (MDF, aglomerados).

As estratégias de design sustentável encontradas na literatura, ainda que possam ser tomadas como *universais*, necessitam adequações para atender as peculiaridades da realidade brasileira. As condições impostas pela realidade desta população no Brasil contribuem para reduzir significativamente a durabilidade do produto. Os móveis destas famílias passam ao longo de seu ciclo de vida por processos de montagem e desmontagem, arranjos e adaptações, que, somados à falta de conhecimento do processo de montagem/desmontagem e ausência de ferramentas adequadas, danificam os móveis estruturalmente, funcionalmente e esteticamente.

Como resultados deste contexto existem impactos sobre a segurança dos produtos durante o uso, bem como o seu descarte de forma prematura e que no Brasil não é regulamentada. Ainda não existem políticas nacionais consolidadas de gestão de resíduos, reciclagem ou recuperação energética. O móvel é descartado integralmente no meio ambiente conforme ilustra a imagem a seguir.

**FIGURA 1. 1: Mobiliário Descartado em Via Pública**



Desta forma a presente pesquisa propõe como ferramenta, para **promoção da extensão do ciclo de vida, a utilização de mecanismo de prevenção de erros, conhecidos como poka-yoke**. O objetivo de prevenir e evitar erros nos processos de montagem e desmontagem dos móveis populares, que possam comprometer a vida útil do produto. Neste sentido, pretende contribuir para o design de mobiliários que contemplem as questões sociais e econômicas desta população, utilizando-se para isto das estratégias do design para a sustentabilidade.

## **1.6 Visão Geral do Método de Pesquisa**

O método de pesquisa utilizado neste trabalho é composto de Revisão de Literatura e um Estudo de Caso, que objetiva gerar diretrizes para aplicação de mecanismos poka-yokes em mobiliário popular, como forma de promover a durabilidade do produto. Para isto, a revisão de literatura busca conhecimentos sobre o desenvolvimento sustentável e sobre o erro humano e as estratégias conhecidas para evitá-lo, com ênfase nos mecanismos poka-yoke.

O Estudo de Caso é composto de duas etapas. A primeira constitui-se de uma mini-survey que possibilitou caracterizar o mobiliário correntemente ofertado para esta população. Na segunda etapa realizou-se uma segunda mini-survey, esta realizada no interior de um grupo de habitações de interesse social, com o propósito de identificar a dinâmica de uso do mobiliário nestes ambientes. Finalmente, utilizando as informações oriundas da revisão de literatura, da caracterização do mobiliário ofertado no mercado e dos requisitos apontados do estudo nas habitações, foi realizada a análise da inserção das soluções poka-yoke no processo de desenvolvimento de um móvel voltado a esta população. A análise cruzada dos resultados destas três etapas permitiu estabelecer as diretrizes propostas ao final da dissertação.

## **1.7 Limitações da Pesquisa**

A pesquisa tem por foco os processos realizados pelo próprio usuário, denominado leigo. Não serão analisados poka-yokes relacionados à segurança do usuário, e sim e tão somente aqueles que garantem a integridade do produto, muito embora a busca pela segurança permeie as ações práticas realizadas na fase de campo. Da mesma forma, o foco da pesquisa é tão somente a montagem e desmontagem do móvel, durante a fase de uso do produto.

Esta dissertação não trata das questões sócio-culturais da população brasileira. Da mesma forma, apesar de estudo trabalhar com o conceito de design do ciclo de vida, não será confeccionada uma Análise do Ciclo de Vida – ACV, pois, não faz parte do escopo do estudo a determinação quantitativa dos impactos ambientais resultados dos inputs e outputs das fases do ciclo de vida do produto. As análises neste aspecto restringem-se ao aspecto conceitual do mobiliário e as repercussões passíveis de inferência a partir das mini-surveys realizadas e do produto-piloto desenvolvido.

Não faz parte do escopo da presente dissertação, a análise de custos para criação e inserção de mecanismos poka-yokes nos produtos, bem como o repasse e impactos destes custos ao produto final.

## **1.8 Estrutura da Dissertação**

Esta dissertação é estruturada em seis capítulos:

**Capítulo 1-** Introdução que apresenta o objetivo de pesquisa, hipótese, justificativa, visão geral do método e estrutura da dissertação.

**Capítulo 2-** Revisão bibliográfica sobre o Design Sustentável.

**Capítulo 3-** Revisão bibliográfica sobre Erro Humano e Poka-yoke.

**Capítulo 4-** Método de Pesquisa define e apresenta o método de Estudo de Caso, utilizado para cumprir o objetivo de pesquisa.

**Capítulo 5-** Resultados e análises das pesquisas realizadas durante o estudo de caso: mini-survey mercadológica, mini-survey em habitações de interesse social e aplicação em produto piloto.

**Capítulo 6-** Conclusões da pesquisa, observações sobre o método utilizado e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 A Contribuição do Design para o Desenvolvimento Sustentável

### 2.1 Contexto do Capítulo

No capítulo anterior foram apresentadas as motivação desta pesquisa na dimensão social, ambiental e econômica. Neste capítulo, se apresentam as definições de design sustentável bem como suas abordagens heurísticas na dimensão ambiental voltadas à extensão do ciclo de vida de produtos. A seguir são apresentados os principais erros humanos e suas implicações na manutenção do ciclo de vida e, finalmente, é apresentado o conceito de poka-yoke como solução passível de ser integrada ao projeto de produtos de forma a reduzir/eliminar erros humanos e, desta forma, ampliar a expectativa de vida de um dado produto.

### 2.2 Desenvolvimento Sustentável – Definição

**Desenvolvimento** é o ato ou efeito de desenvolver; série de etapas, acontecimentos ou ações que levam ao surgimento de algo ou à manifestação em todos os seus aspectos (...).

**Sustentável** é aquilo que se pode sustentar; capaz de se manter constante ou estável por um longo período. (AURÉLIO, 2001)

O **desenvolvimento sustentável** tem como mote principal a busca por soluções que permitam que as gerações futuras tenham acesso aos recursos naturais em níveis semelhantes ao que temos no presente. Nesta visão antropocêntrica, busca-se a garantia da perpetuação das gerações humanas futuras. Segundo o WCED (1992) o desenvolvimento sustentável deve estabelecer o direcionamento de investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e mudanças institucionais da sociedade (WCED, 1987, p.24, RIO, 1992).

O **desenvolvimento**, para ser **sustentável** depende do equilíbrio entre desenvolvimento econômico, bem estar social e preservação do meio ambiente (AGENDA 21, 2002). Estes três pilares, mantêm entre si, relações de trocas e de inter-dependência, conforme representado na Figura 2.1 a seguir (KAREN; PARRIS; LEISEROWITZ, 2005):



FIGURA 2.1: Três Dimensões do Desenvolvimento Sustentável  
Fonte: Adaptado de Manzini & Vezzoli, 2005

As relações entre as três **dimensões da sustentabilidade**, representadas na Figura 2.1, têm como limitante a *resiliência do planeta*. **Resiliência** é a “capacidade de sofrer uma ação negativa sem sair de forma irreversível da sua condição de equilíbrio” (MANZINI; VEZZOLI, 2005 p.27). Equilíbrio, por sua vez, é um estado fundamental para o desenvolvimento sustentável. A consciência da sociedade quanto à importância deste princípio é recente e ainda necessita de esforços para acelerar sua disseminação e consolidação.

### 2.3 A Evolução do Conceito de Desenvolvimento Sustentável

Esta seção descreve uma breve linha evolutiva da construção do conceito de **desenvolvimento sustentável**, apresentado na seção anterior (FIGURA 2.2).

A Primeira Revolução Industrial iniciou-se no século XVIII, compreendendo uma série de evoluções tecnológicas do modelo produtivo e modificando profundamente modelos econômicos e sociais. O crescimento da população mundial, da produção e do consumo, neste período, resultou no aumento na utilização dos recursos naturais e na degradação do ambiente. As primeiras elaborações textuais que tangem a questão da resiliência do planeta foram feitas nesta época.

O economista Thomas R. **Malthus** (1766-1834), no livro “Um Ensaio sobre a População” (MALTHUS, 1815), pontua que a agricultura é incapaz de prover alimento a toda a população, pois o crescimento da população mundial se dá em



progressão geométrica, enquanto a produção de alimentos cresce em progressão aritmética (MALTHUS, 1992 p. 61-62). Também deste período, tem-se a observação feita por **MARSH** (1801-1882) no livro *Man and Nature*. Segundo o autor, "(...) a ação do homem sobre o mundo orgânico tende a subverter o equilíbrio original das espécies (...)" (MARSH, 1865, p.IV).

Alguns anos depois, contemporaneamente à **Primeira Guerra Mundial** (1914-1918) surgem às primeiras ações políticas (práticas) de proteção ao meio ambiente, com a criação de áreas de proteção ambiental e sociedades ambientalistas em diversos continentes (FOLADORI, 2001). Durante a Segunda Guerra Mundial, o desenvolvimento e utilização de substâncias químicas e energia atômica como armas de destruição, mostraram que o ambiente é uma das grandes vítimas das guerras humanas e que suas conseqüências podem ser irreversíveis (LÓPEZ, 2008).

Assim, no ano de **1945**, foi fundada a Organização das Nações Unidas - **ONU**, com o objetivo de manter a paz e a segurança internacionais, desenvolver relações amistosas entre as nações e conseguir a cooperação internacional para resolver os problemas socioeconômicos, culturais e humanitários (ONU, 2008). Três anos depois, em Donora - EUA, uma inversão térmica fez com que a poluição lançada por uma indústria de aço da cidade causasse a morte de 18 pessoas (KAZAZIAN, 2005; SAIANI, 2001). Neste mesmo ano de **1948** é fundada a primeira organização mundial de proteção à natureza, sob a sigla de IUCN – International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2008).

No pós-guerra, estabeleceu-se uma política econômica bipolar entre os que defendiam o capitalismo e os que defendiam o socialismo, representados respectivamente por Estados Unidos e União Soviética. Este período, chamado de **Guerra Fria (1945-1991)**, proporcionou imensos avanços tecnológicos, marcados, dentre outros, pela corrida espacial e as e desenvolvimento nas telecomunicações. Enquanto ambos os polos econômicos produziam armas de destruição em massa, como bombas biológicas, químicas e nucleares, o mundo assistiu ao surgimento de movimentos ambientalistas e organizações não governamentais –ONGs pela paz e pela preservação da natureza (FILHO; SAMPAIO, 2004). Em **1969 o homem pisa na Lua** e descobre a Terra. A imagem do Planeta gerou discussões sobre sua fragilidade e da espécie humana (SAINAI, 2001; KAZAZIAN, 2005).

Em **1972**, em Estocolmo foi realizada a primeira reunião global sobre a rápida degradação do ambiente natural, chamada **UN - Conference on the Human Environment**, cujo foco principal foram questões ambientais climáticas relacionadas com o desenvolvimento industrial, aumento do consumo, poluição e resíduos de países desenvolvidos (DIXON; FALLON, 1989; BARRY, 200-). Neste mesmo ano foi estabelecido o Programa da Nações Unidas para o Meio Ambiente – **UNEP**. Contemporaneamente, o designer Victor **Papanek**, lançou o livro **Design for a Real World**, no qual propôs que o design assumisse uma postura mais responsável em relação ao produto industrial, ao meio ambiente e a sociedade (WHITELEY, 1993; KAZAZIAN, 2005; MAGOLIN; MAGOLIN, 2005).

A primeira **crise do petróleo**, ocorreu em **1973** e deixou a consciência da necessidade de se diversificar as fontes energéticas mundiais. Paralelamente, estes primeiros anos da década de 70 foram de grande produção intelectual, em direção a sustentabilidade, podendo-se destacar (BARRY, 200-):

- *How to be a Survivor: A Plan to Save Spaceship Earth* (Paul Erlich 1971);
- ***The Limits to Growth* (Meadows et al. 1972) by the Club of Rome;**
- *A Blueprint for Survival* (The Ecologist, 1972) promoting a movement for man to live 'with' nature and calling for a stable (and sustainable) society with a diversity of physical and social environments ;
- *Only One Earth* (Barbara Ward and Rene Dubos, 1972) for the UN Conference on the Human Environment in Stockholm in that year; and *Small is Beautiful* (Schumacher 1973).

Assim posto, o primeiro esboço intelectual do que seria posteriormente denominado **“desenvolvimento sustentável”**, aparece na **Declaração de Cocoyoc de 1974**. Mas, é somente em **1980**, na **World Conservation Strategy** que esta idéia alcançou nível internacional (BARRY, 200-).

Em **1986** ocorre o maior acidente nuclear da história. *Uma série de erros humanos* durante um procedimento na **Usina Nuclear de Chernobyl**, em Prypiat – URSS, provocou a explosão do reator, causando incalculáveis danos sociais, ambientais e econômicos, que perduram até hoje. As consequências foram agravadas pelo cenário da Guerra Fria, visto que durante 10 dias, a então União Soviética, negou o acidente, só confirmado devido aos alertas feitos pela Dinamarca, um dos pontos para onde a radiatividade arrastada pelos ventos, foi captada. O homem teve noção a capacidade destrutiva de um erro humano (KAZAZIAN, 2005). Um ano após o desastre, em **1987**, a **Comissão de Brundtland** estruturou o Relatório

Brundtland, conceitualizando **desenvolvimento sustentável** e suas três dimensões: ambiental, econômica e social.

Figura 2.2: Panorama da evolução do conceito de Desenvolvimento Sustentável



Em **1991**, dissolve-se União Soviética, decretando o **fim da Guerra Fria** e com isso, muitas das tecnologias desenvolvidas para a “guerra” foram colocadas à disposição da população mundial. Um grande salto nas tecnologias de informação fez com que as “distâncias” se tornassem menores. Informações em tempo real com o auxílio da internet foram fundamentais para a chamada “**globalização**”, o ápice do capitalismo (MAGARIÑOS, 2005).

No ano seguinte, em **1992**, no Rio de Janeiro (BARRY, 200-) foi realizada a Conference on Environment and Development - UNCED, conhecida como **Earth Summit**. A **RIO-92** estabeleceu diretrizes e metas claras para o **desenvolvimento sustentável**, com objetivos, limites e prazos concretos para ações em todos os segmentos da sociedade (BARRY, 200-). Durante a Conferência foi redigida a **Agenda 21** que reúne o conjunto de premissas e recomendações sobre como as

*nações devem agir para alterar seu vetor de desenvolvimento em favor de modelos sustentáveis e a iniciarem seus programas de sustentabilidade".* (SILVA, 200-). Também em 1992, Nigel **Whiteley** lança o livro **Design for Society** (1993), criticando e questionando o papel dos designers em uma sociedade de consumismo crescente: uma resposta ao chamado feito por Papanek em 1972, porém, duas décadas depois (LEWIS; GERTSAKIS, 2001).

Dez anos após, em **2002**, foi realizada em Johannesburg a **World Summit on Sustainable Development**, também conhecida como **Rio+10**, cuja declaração, em seu início, reporta a evolução da compreensão da real dimensão da complexidade das mudanças no sistema, exigidas para se atingir a sustentabilidade. Segundo o documento, a preocupação inicialmente era questão ambiental. Já em Johannesburg o foco é desenvolvimento humano e a palavra chave é "ética".

"nós assumimos coletivamente a responsabilidade de progredir e fortalecer a interdependência e, mutualmente reforçar os pilares do desenvolvimento sustentável – desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental – tanto a nível local, quanto regional e global. (...) e criar um plano prático e visível para promover a erradicação da pobreza e garantir o desenvolvimento humano. (...) porquê o foco do Johannesburg Summit é a indivisibilidade da dignidade humana (...)" (WSSD, 2002)

O projeto da Decade (UNESCO, 2008) assume a definição sistêmica de desenvolvimento sustentável pelo qual, tanto a nível planetário quanto regional, o desenvolvimento social e produtivo deve acontecer dentro dos limites da resiliência do ambiente, sem comprometer as gerações futuras (conservação dos recursos) e em um quadro de igual satisfação dos mesmo (redistribuição dos recursos) (VEZZOLI, 2007b).

A obtenção deste equilíbrio complexo é uma demanda interdisciplinar, que vai além de medidas reparadoras do tipo end-of-pipe. Exige mudanças radicais nos atores da sociedade e nas suas relações. Dentro deste cenário de transição, o "**design** tem um papel em evolução que agora traçamos no seu manifestar-se na pesquisa e na prática do design" (VEZZOLI, 2007a).

Na seção a seguir apresenta-se o quadro evolutivo da sustentabilidade no design e seus níveis de atuação na pesquisa e na prática.

## 2.4 A Evolução da Sustentabilidade no Design

Como apontado anteriormente, o **desenvolvimento sustentável** exige mudanças radicais aos atores do sistema (UNEP, 2005), para obtenção de um equilíbrio entre os desenvolvimentos econômico e social, sem ultrapassar os limites da resiliência ambiental. O mundo, portanto, vive atualmente um período de transição e profundas mudanças, que se refletem também no papel e no conceito de design (VEZZOLI, 2006, 2007b).

Na visão ortodoxa do que vem a ser o Design, o design sustentável apresenta-se como um paradoxo aos resultados finais da atividade profissional do Designer. De fato, o Design *per se* é fruto da Revolução Industrial e da economia capitalista. A Bauhaus, primeira escola de design do mundo, foi criada em 1919 para atender as necessidades práticas da nova produção industrial (MARGOLIN, 2005). Através da fusão de conhecimentos da arquitetura, do artesanato e das artes, por exemplo, a escola promoveu as adaptações necessárias, às características do produto para a produção industrial. Os requisitos formais dos produtos artesanais (Figura 2.3) eram diversos daqueles produzidos industrialmente (Figure 2.4).



FIGURA 2.3: "Balloon" Chair or "Backstool"- William Connolly of Castletown, 1725.  
Fonte: [www.tourismresources.ie](http://www.tourismresources.ie)

FIGURA 2.4: Cadeira Wassily  
Marcel Breuer – BAUHAUS  
Fonte: [www.modernfurniture.com](http://www.modernfurniture.com)



O primeiro conceito de **design**, presumia como resultado (...) um produto industrial passível de produção em série (...) para a (...) satisfação de determinadas necessidades de um indivíduo ou grupo” (LÖBACH, 2001 p.16-17). Esta ‘satisfação’, durante um longo período foi relacionada exclusivamente ao produto, cuja a forma deveria sempre seguir função. Quando a questão da sustentabilidade foi apresentada à sociedade e à indústria, este conceito começou a sofrer transformações. Na visão moderna do design sustentável o foco continua sendo na plena satisfação do cliente. Porém, neste novo paradigma não necessariamente a satisfação da necessidade é materializada na forma de um produto, podendo ser alcançada, por exemplo, através de serviços ou sistemas produto+serviço.

As primeiras abordagens em direção ao hoje denominado **desenvolvimento sustentável**, na metade do século passado, foram centradas na indústria, em sistemas de despoluição conhecidos como **End-of-Pipe**. Estes sistemas agem, não na produção, causa da poluição, mas nos resultados, através do tratamento dos resíduos poluentes (ar, lixo, água, etc.) (FRONDEL; HORBACH; RENNINGS, 2004).

Em seguida os esforços de pesquisa e desenvolvimento foram direcionados à própria produção, conhecida como **Cleaner Production**, ou seja, produção limpa, que é o contínuo re-design de processos industriais para prevenir a poluição e a geração de resíduos (UNEP, 1999). O ponto central desta abordagem, estava a escolha de recursos de baixo impacto ambiental, o que servia tanto para materiais quanto para fontes energéticas.

Palavras como atoxidade, reciclabilidade, biodegradabilidade, renovabilidade, começaram a fazer parte do repertório das indústrias e dos consumidores. Alguns

destes termos causaram confusões devido a falta de conhecimento estruturado sobre os impactos dos materiais e recursos energéticos sobre o ambiente. Um exemplo disto pode ser visto na Figura 2.5, que mostra uma cadeira feita de papelão ondulado, considerada mais 'natural' que uma cadeira de madeira maciça, devido a um grau maior de biodegradabilidade. Note-se que o desconhecimento dos impactos do CV causou confusões entre conceitos como a biodegradabilidade e naturalidade dos materiais (VEZZOLI, 2007a).



FIGURA 2.5: Wanda Chaise Long. Fonte: A4A DESIGN

Diversos erros foram cometidos utilizando somente a abordagem da Cleaner Production pois o conhecimento, na época, era focado somente no resultado, não havendo conhecimento disponível sobre os impactos do ciclo de vida (VEZZOLI, 2007a).

Ainda que Papanek tenha proposto o design com responsabilidade para com o meio ambiente já nos anos 70, foi somente na segunda metade dos anos 90 (PAPANЕК, 1985), segundo VEZZOLI (2007a) que o foco dos esforços foi dirigido aos produtos industriais e, por consequência, ao design. Os produtos, conhecidos como **Cleaner Products** (produtos limpos), incluíam (ou procuravam incluir) melhoramentos, do ponto de vista ambiental, introduzidos pelo **re-design** ambiental, também chamado de **eco-design** (FIGURA 2.4).

Com o tempo a própria inovação nos produtos sofreu uma evolução, passando do esforço do tipo incremental - melhoramento do produto através do re-design, para intervenções mais radicais – o **design de novos produtos ambientalmente**



**compatíveis** (VEZZOLI, 2007a). Neste momento, com a base do conhecimento advindo de pesquisas multidisciplinares, podia-se definir com clareza os impactos ambientais de um produto e avaliar-los

Para VEZZOLI (2007a), só então foi contemplado a complexidade do projeto de produtos de baixo impacto ambiental e aquilo que deve-se entender por *“requisitos ambientais dos produtos industriais”*. Introduziu-se também, neste período, o conceito do **ciclo de vida dos produtos** e re-contextualizou-se, em respeito a dimensão ambiental, o conceito de função, chamando-a de **unidade funcional** que é “a quantidade mensurável de uma função capaz de satisfazer a uma necessidade”

Como um passo natural aos esforços anteriores, mais recentemente a atenção do design foi do produto e serviço como unidades isoladas para a união dos dois, que, na sua complexidade, é necessária para a satisfação de uma demanda. O design passa a projetar **Mix de Sistema de Produto mais Serviço – PSS** (Imagem 3 e 4). Segundo a UNEP (2002) “um Sistema de Produto mais Serviço pode ser definido como o resultado uma estratégia inovadora mudando o foco do negócio do design e venda de produtos somente, para a venda de sistemas de produtos e serviços que juntos são capazes de atender completamente as necessidades específicas de um cliente. Um exemplo deste novo conceito é apresentado no PSS Allegrini, na Figura 2.6, a seguir:

**FIGURA 2.6: PSS Allegrini – Caminhão de recarga. Fonte: UNEP, 2002**



Como neste exemplo da Allegrini, que usa a abordagem do PSS, a natureza do trabalho do design no contexto da sustentabilidade passa a ser de natureza estratégica, não tem como objetivo a geração de um produto físico, mas sim, a



criação de sistemas de relações de parcerias que pode satisfazer as mesmas demandas do cliente com menos impacto ambiental e social. Entre os quatro níveis de interferência do design sustentável, representados na Figura 2.7, o **redesign de produtos existentes e design de produtos intrinsecamente sustentáveis** são **abordagens consideradas reparadoras**, pois ainda necessitam do produto físico para a satisfação de uma necessidade.

**FIGURA 2.7: Abordagem Reparadora e Ambientalmente mais Estratégicas do Design Sustentável.** Fonte: Adaptado de Manzini & Vezzoli, 2005.



**PSS e o Projeto de Novos Cenários**, são consideradas **abordagens ambientalmente mais estratégicas**. Aqui, o design trabalha com a chamada **unidade de satisfação**, que é a **representação subjetiva da demanda a ser atendida** e das relações que precisam existir para satisfazê-la, “transcendendo o somente objeto físico para abranger as relações entre as empresas e os outros agentes sócio-econômicos” (VEZZOLI, 2005, 2007). Nos sistemas mais inovadores como o PSS e os Novos Cenários, o designer tem o papel de projetar as interações, orientando as relações entre os atores no ciclo de vida do produto/sistema/cenário.

Neste sentido, para abranger os novos papéis do design, em 2005 o International Council of Society of Industrial Design – ICSID, propõe para ele um **novo conceito**:

“Design é uma atividade criativa que significa estabelecer qualidades multifacetadas a objetos, processos, serviços e seus sistemas em todo o ciclo de vida” (ICSID, 2005).

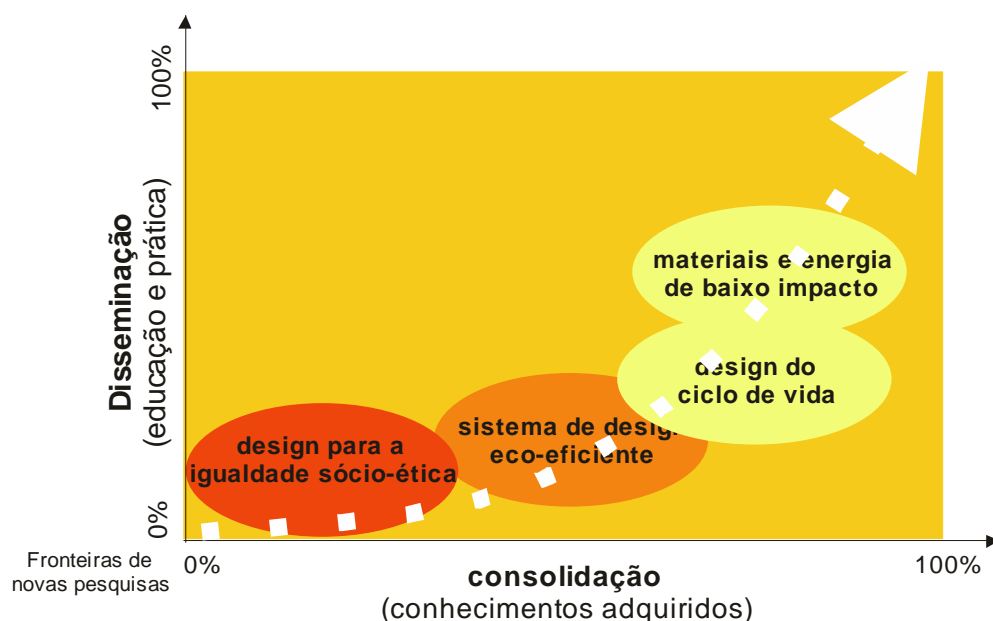
Este conceito engloba as novas funções que o design assume do como agente colaborador e promotor do desenvolvimento sustentável. Na construção de novos cenários de vida o UNEP (2002) vem disseminando ferramentas e conceitos voltados à **produção e consumo sustentável**. Segundo o UNEP (2002) “é o uso de bens e serviços que respondem às necessidades básicas e melhoram a qualidade de

vida, enquanto minimiza o uso de recursos naturais, materiais tóxicos e contaminantes em todo o ciclo-de-vida, de modo que não comprometa as necessidades das gerações futuras". Esta inovações "são mudanças no padrão do bem estar, cujo crescimento, nos países desenvolvidos, ainda está intimamente ligada ao crescimento do consumo de materiais e energia" (MANZINI, 2002; VEZZOLI, 2007a).

As mudanças no comportamento de consumo da sociedade, são relacionada à ética do desenvolvimento sustentável e aos caminhos da pesquisa de **modelos de igualdade social e desmaterialização das ofertas sociais de bem estar** (MANZINI, 2002; VEZZOLI, 2007a, 2007b). No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente, lançou, este ano, o Comitê Gestor de Produção e Consumo Sustentável (CGPCS), com um plano de ação para promover a produção e o consumo sustentável, que tem como objetivo conscientizar o consumidor, através da educação, da sua responsabilidade para com a sustentabilidade e como extensão mudar os padrões de produção (MMA, 2008).

Mais recentemente vem sendo investigado metodologias e ferramentas que possibilitem a instrumentalização do design na busca pela **Igualdade e Coesão Sócio-ética**. As pesquisas, neste nível de atuação são pouco consolidadas, em relação a outras áreas de conhecimento do design sustentável, conforme aponta a Figura 2.8, a seguir.

**FIGURA 2.8: Porcentagem de consolidação das pesquisa e prática dos conhecimentos em design sustentável. Fonte: Vezzoli, 2007.**



A Figura 2.8 mostrou que as primeiras estratégias do design sustentável, como a escolha de materiais e fontes energéticas de baixo impacto e design para o ciclo de vida, tem seus conhecimentos consolidados e disseminados, tanto na educação, quanto na prática. As discussões sobre os papéis do design para a igualdade sócio-ética, por sua vez, encontram-se na sua gênese (VEZZOLI, 2007b). Diversos autores procuram compreender as diferentes necessidades de bem-estar das diversas sociedades e discutir os papéis do design na promoção deste bem-estar (MARGOLIN, 2002; PENIN, 2006; TISCHNER, VERKUIJL, 2006; VEZZOLI, 2007).

Para PAPANEEK (1985), o design deve resultar da soma da responsabilidade *social e da ética* e deve ser consciente do impacto de sua ação em um dado contexto. Esta premissa está presente no conceito de **Design de Sistemas para a Igualdade e Coesão Sócio-ética**, que presume um “esforço da atividade do design em propor sistemas de produção e consumo que sejam ao mesmo tempo economicamente competitivos e socialmente equitativos e coesivos” (VEZZOLI, 2007b, p.141).

Para tanto, o **Design para a Igualdade e Coesão Sócio-ética**, utiliza-se dos critérios propostos na Metodologia para Sistema Produtos mais Serviços (MEPSS, ) que incluem (VEZZOLI, 2007b, p.123):

- Melhorar empregos e condições de trabalho;
- Melhorar a igualdade e justiça nas relações entre os atores do sistema;
- Promover a responsabilidade e o consumo sustentável;
- Favorecer/ integrar os estratos marginalizados;
- Melhorar a coesão social;
- Fortalecer e valorizar os recursos locais.

Para desenvolver produtos socialmente éticos, é necessária a utilização de estratégias e linhas-guias para o desenvolvimento de produtos intrinsecamente sustentáveis, apresentadas na seção seguinte.

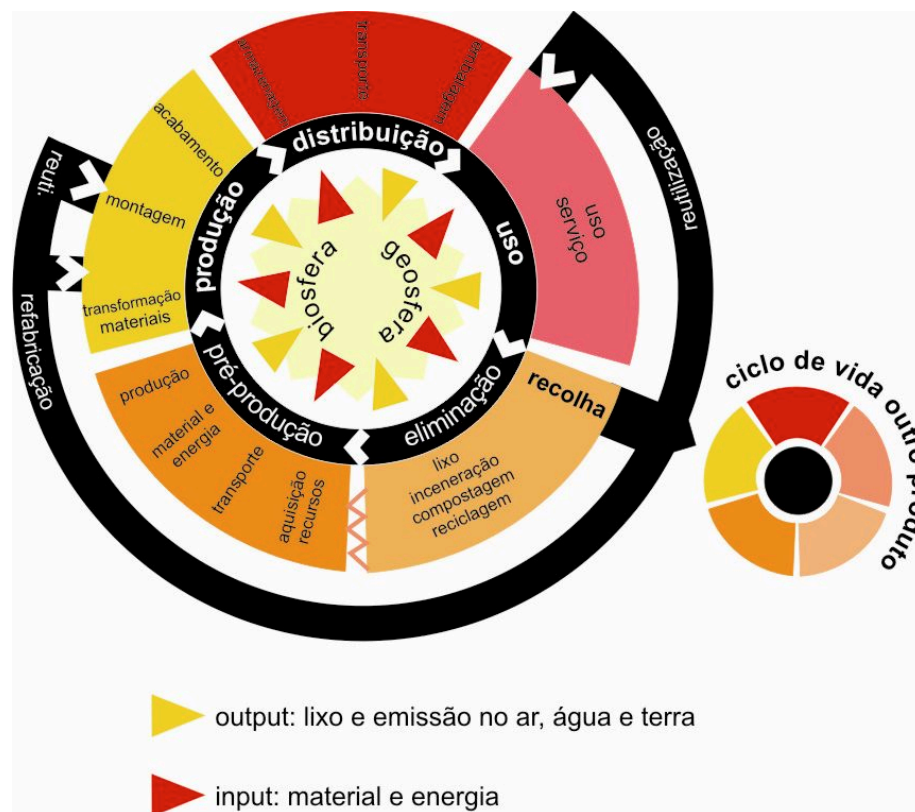
## 2.5 Conceitos e Princípios Associados à Dimensão Ambiental do Design Sustentável

### 2.5.1 Ciclo de Vida de um Produto/Serviço/Sistema

O conceito básico a ser aplicado em qualquer nível de atuação do design para a sustentabilidade, é o conceito de **ciclo de vida** de um *produto* (produto físico,

serviço ou sistema). Ciclo de Vida é o período que compreende desde a extração das matérias primas virgens para fabricação de todos os componentes do produto, até sua completa eliminação ou retorno ao meio ambiente. Este período pode ser dividido em cinco fases principais, durante as quais produto realiza trocas (inputs e outputs) com o meio em que está inserido: pré produção, produção, distribuição, uso e descarte (MANZINI; VEZZOLI, 2005) conforme mostra a Figura 2.9.

FIGURA 2.9: Life Cycle Design. Fonte: Adaptado de Manzini & Vezzoli, 2005



Acima, a Figura 2.9 apresenta um panorama de todas as trocas físico/ químicas em um produto/sistema, visto em todas as fases do ciclo de vida. A **Pré-produção** é o período em que todos os componentes, que serão utilizados na confecção de um *produto*, são adquiridos, diretamente da natureza ou da reciclagem de materiais, transportados para o local da aquisição produção e transformados em materiais ou energia.

**Produção** é o período em que todos os materiais são transformados, unidos e acabados para a formação do produto final. Em alguns casos, certas etapas da produção, como montagem final e acabamento, são realocadas para a fase do uso. A **distribuição** compreende a embalagem, distribuição e armazenamento de um

produto. É período relativo ao deslocamento do produto ao ponto de venda, ou destino final.

**Uso ou consumo**, compreende o período em que o produto exerce sua função. Esta fase engloba a “vida útil do produto”, que, segundo Manzini e Vezzoli (2005) é o período de tempo que, em condições normais de uso, um produto ou material possa durar, conservando suas capacidade de serventia, seguindo a um padrão. Quando estas capacidades são exauridas, é o momento da eliminação.

A eliminação ou **Descarte** é o período em que o produto, não exercendo mais sua função pode, ser é devolvido a natureza, ser reciclado para recuperação de partes, componentes ou materiais ou ser incinerado para recuperação energética (LEWIS; GERTSACKS, 2001).

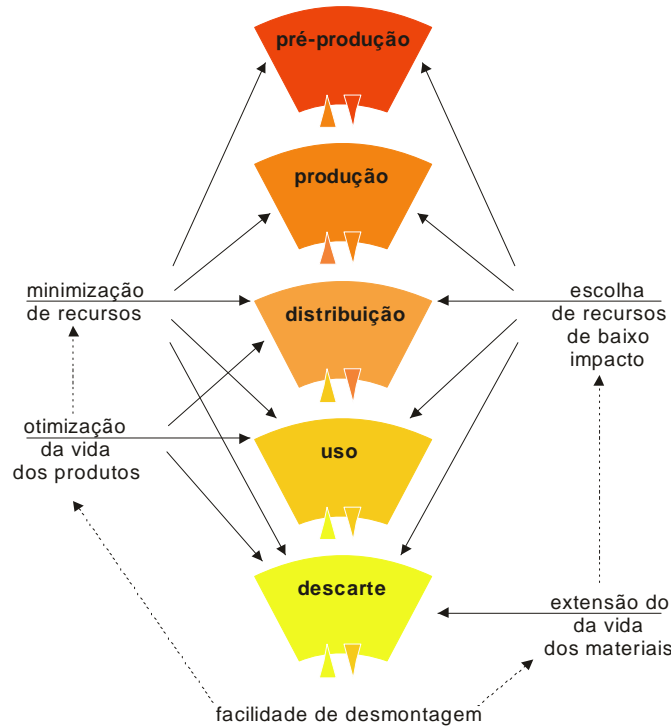
Para Manzini e Vezzoli (2005, p. 182), as **razões que levam à eliminação de um produto** são: “a degradação de suas propriedades físicas ou a fadiga natural, causada pelo uso intensivo, a degradação devido a causas naturais ou químicas, **os danos causados por incidentes ou uso impróprio**”. Além destas outras duas razões são citadas: obsolescência tecnológica e obsolescência estética e/ou cultural.

## 2.5.2 Estratégias para obtenção do Design Sustentável na Dimensão Ambiental

### 2.5.2.1 Visão Geral

O design sustentável utiliza-se das estratégias que auxiliam no design de um produto de baixo (ou controlado) impacto ambiental. As principais são a **minimização dos recursos, escolha de recursos de baixo impacto ambiental, otimização da vida dos produtos, extensão da vida dos materiais e facilidade de desmontagem**. Conforme apresenta a Figura 2.10 a seguir, cada uma destas estratégias é direcionada a uma ou mais fases do ciclo de vida descritas acima.

FIGURA 2.10: Estratégia do Design do Ciclo de Vida e as Fases do Ciclo De Vida do Produto.  
Fonte: Adaptado de Manzini; Vezzoli, 2005



Segundo a Figura 2.10, a **minimização dos recursos**, tanto materiais quanto energéticos, juntamente com a **escolha de recursos de baixo impacto ambiental e energias de fontes renováveis e ecocompatíveis**, são estratégias que podem ser utilizadas para reduzir impactos ambientais, em todas as fases do ciclo de vida do produto.

A **otimização da vida dos produtos** está relacionada às fases de distribuição, uso e descarte, como uma estratégia que prevê a criação de produtos que perdurem. Para a aplicação eficaz desta estratégia é necessário conhecer a classificação do produto. Os produtos podem ser divididos entre bens de consumo e bens duráveis. Os bens de consumo são subdivididos em duas categorias: bens que são consumidos durante o uso, como por exemplo produtos de higiene e bem monouso como por exemplo jornais e revistas. Os **bens duráveis** são subdivididos também em duas categorias: bens que necessitam de poucos recursos (materiais/energéticos) durante o uso, por exemplo, **móveis**; bens que necessitam de recursos durante o uso, como por exemplo, eletroeletrônicos.

A **extensão do ciclo de vida dos materiais**, é uma estratégia que visa a valorização/recuperação dos materiais que compõem um produto, aplicada principalmente na fase de descarte. Esta estratégia é interessante pois influe

diretamente nos impactos da pré-produção, visto que muitos materiais necessitam uma grande quantidade de insumos e energias para serem captados da natureza.

A **facilidade de desmontagem** é uma estratégia que auxilia tanto na otimização da vida do produto, quanto na extensão do ciclo de vida dos materiais. Por consequência, seu emprego reflete diretamente na pré-produção e na produção, promovendo a durabilidade do produto e correta recuperação de materiais e energia.

Cada projeto de produto, demanda o emprego de uma ou mais estratégias, conforme a definição de sua abordagem ambiental. Para cada estratégia, existem linhas-guias que orientam as escolhas do designer, nos diversos momentos do processo de design, apresentadas no Quadro 2.1. Neste quadro encontram-se em **negrito** aquelas enfatizadas na fase de campo desta dissertação.

**QUADRO 2.1 : Linhas-Guias para o Design do Ciclo de Vida e as Fases do Ciclo de Vida do Produto. Fonte: Adaptado de Manzini & Vezzoli, 2005.**

Fase do ciclo de vida	Linhas-guias para o projeto do produto sustentável
Pré-produção	Escolher matérias primas de baixo impacto ambiental (fontes renováveis), Evitar materiais tóxicos ou perigosos, Escolher processos limpos de produção, Maximizar a eficiência do uso da energia e da água, Diminuir os resíduos.
Produção (incluindo Pré-montagem/ montagem final)	Utilizar processos limpos de produção, Diminuir números de componentes, Diminuir estágios do processo, Reduzir diversidade de materiais, Evitar uso de produtos tóxicos e perigosos, Eliminar acabamentos que contenham metais pesados, Maximizar a eficiência do uso da energia e da água, Diminuir os resíduos.
Distribuição	Escolher transporte eficiente, Maximizar a eficiência o transporte através da redução de dimensões do produto, modularização, desmontagem.
Uso	Escolher tecnologias para maximizar a eficiência do uso da energia e da água, Diminuir os resíduos, → <b>Prever e facilitar melhoras tecnológicas,</b> → <b>Prever e facilitar melhoras estéticas</b> → <b>Prever e facilitar manutenções.</b>
Descarte	Projetar para o fim do ciclo de vida, Diminuir número de componentes, Diminuir diversidade de componentes, → <b>Facilitar a desmontagem,</b> Facilitar a separação, Projetar para um novo ciclo de vida → <b>Projetar para a desmontagem</b> → <b>Projetar para durabilidade</b>

Conforme destacado no quadro anterior, o design para desmontagem e o design para a durabilidade, são estratégias importantes para esta pesquisa. Assim a seguir são descritas as características de ambos e as linhas que orientam sua aplicação.

### 2.5.2.2 Design para a Montagem e Desmontagem

O design para a montagem/desmontagem (D4A/D) é uma estratégia bem estruturada, cuja importância baseia-se em que, ao facilitar a separação de partes e materiais, se facilita também reparos, manutenções, atualizações e a própria reciclagem e extensão da vida dos materiais (JOVANE; 2005; MANZINI; VEZZOLI, 2005). As abordagens heurísticas para implementar o D4A/D incluem:

- Minimizar e facilitar as operações de montagem e desmontagem;
- Usar sistemas de junções removíveis;
- Se necessária a junção permanente, facilitar a extração;
- Prever tecnologia para desmontagem destrutiva;
- Prever o uso de materiais de fácil separação em caso de trituração;
- Uso de insertos metálico que possam ser separados para a trituração;

Outras linhas-guias importantes, são aquelas que orientam o **design para extensão do ciclo de vida ou design para a durabilidade**, propostas por Lewis e Gertsacks (2001, p.88):

- Identificar e eliminar pontos fracos no design, particularmente para partes operacionais (utilizar métodos para análise de erros: FMEA, TAFEI);
- Assegurar que o produto suporte os maus usos tanto quanto os usos para o qual foi projetado;
- Projetar para a segurança – erros danificam produtos, machucam pessoas e promovem o descarte prematuro;
- Projetar para facilitar a manutenção e o reparo, de preferência pelo próprio proprietário;
- Considerar que o design clássico pode encorajar os consumidores a querer manter o produto por longos períodos.
- Intensificar o uso através de compartilhamento do produto
  - multifuncionalidade
  - integração de funções



Estas linhas-guias tem como mote principal evitar a disposição prematura de produtos e aplicam-se principalmente aos bens duráveis (MANZINI; VEZZOLI, 2001), que são os produtos cujos impactos menores ocorrem no período de uso. Entre eles pode-se destacar o mobiliário, que devido a sua composição têm seu maior impacto nas fases de pré-produção, produção, distribuição e descarte. A fase de Uso caracteriza-se pela pequena troca energética com o ambiente, sendo, portanto, interessante estender-la. Um exemplo é a Cadeira AERON, projetada pela Herman Miller. A empresa oferece 12 anos de garantia para esta cadeira, durante os quais a empresa repõe qualquer peça ou componente danificado, através de projeto é centrada na na facilitação da desmontagem. As peças projetadas para facilitar trocas e reparos e os materiais para fácil re-uso ou reciclagem (FIGURA 2.11).

**FIGURA 2.11: Cadeira Aeron Herman Miller. Fonte: HERMAN MILLER**



Além da facilidade da montagem e desmontagem como estratégia do design para a durabilidade/ extensão do ciclo de vida do produto, Manzini e Vezzoli (2005) sugerem a importância de se projetar para a confiabilidade, pois produtos inseguros são facilmente descartados. Esta abordagem é detalhada a seguir.

### 2.5.2.3 Design para a confiabilidade

“Avaliar a qualidade dos produtos, a segurança/confiabilidade é um dos critérios mais significativos para o design para a durabilidade, pois o baixo impacto de um produto é ligado também a este princípio” (MANZINI; VEZZOLI, 2005, p. 190). Os produtos que não são seguros, mesmo que duráveis são facilmente descartáveis pois podem apresentar riscos a segurança do usuário e provocar danos ao próprio produto.

Produtos não seguros, cujo design é resultado de más escolhas durante seu processo, podem induzir ao erro na fase de uso do produto, e conseqüentemente a diminuição de seu ciclo de vida. O erro no design e o projeto de produtos não confiáveis e não seguros é um “agravo em termos ambientais, econômicos e sociais” (MANZINI; VEZZOLI, 2005, p. 190), pois eles tem que ser reparados ou descartados.

As características ligadas à segurança do produto estão no número de componentes, sua confiabilidade e garantia quanto a configuração do produto, conforme sugerido por Manzini e Vezzoli (2005, p. 191) minimizar o número de partes e componentes, simplificar os produtos e evitar junções frágeis.

As linhas-guias para um produto seguro e confiável, apresentadas por Manzini e Vezzoli são genéricas. Porém a estratégia é descrita como um critério significativo para a sustentabilidade, pois erros são responsáveis pelo descarte prematuro de produtos e isto gera a necessidade da produção de novos produtos que os substituam.

Em produtos de longa durabilidade como mobiliário, cujas fases de pré-produção, produção e transporte são bastante inquinantes, erros durante o uso devem ser considerados para se evitar o descarte prematuro. A sustentabilidade no mobiliário, é tema de pesquisas em design em diversas instituições, que se concentram, principalmente, no setor de mobiliário para escritório. A seção seguinte apresenta os resultados relevantes destas pesquisas para o desenvolvimentos de diretrizes sustentáveis para **mobiliário residencial popular no Brasil**.

## 2.6 Iniciativas internacionais de design sustentável aplicadas ao design de móveis

Durante a pesquisa foram identificados alguns estudos específicos de design sustentável orientados ao mobiliário. Para os propósitos da presente pesquisa a pesquisa no setor de mobiliário que proveu informações instrumentais para a fase de campo derivam da tese de doutorado de Chaves (2007), desenvolvida no Instituto Politecnico de Milão. Esta tese contém linhas-guias para o design do ciclo de vida de mobiliário para escritório. Selecionou-se deste material as linhas guias sugeridas para a **extensão do ciclo de vida do produto** (CHAVES, 2007). No Quadro 2.2 a seguir são destacadas as estratégias chaves para a extensão do ciclo de vida do móvel e em sequência são apresentadas as linhas-guias que colaboram para a estratégia.

**QUADRO 2.2: Linhas-Guias para a Extensão do CV do Mobiliário – Fase de Uso Fonte: Adaptado de Chaves, 2007.**

Extensão do CV- Uso: Durabilidade
<p>Projetar a durabilidade de todos os componente;</p> <p>Projetar a durabilidade da vida útil de componentes que serão trocados durante o ciclo de vida do produto, correspondente a sua duração prevista;</p> <p>Selecionar materiais duráveis considerando às necessidades a vida útil do produto;</p> <p>Evitar materiais permanentes para funções temporárias;</p> <p>Extensão da durabilidade do produto através de troca de componentes;</p> <p>Projetar encaixes com fácil retirada para evitar danos;</p> <p>Projetar móveis para montagem no local de uso para evitar danos;</p> <p>Usar materiais de acordo com suas funções;</p>
Extensão do CV- Uso: Reparo
<p>Facilitar a remoção e substituição de peças facilmente danificáveis;</p> <p>Projetar partes e componentes padronizados</p> <p>Seguir a regulamentação que estabelece o mínimo de tolerância para móveis e seus componentes (p.e. parafusos)</p> <p>Fazer manuais e adicionar kits de partes para reparos e ferramentas requeridas;</p> <p>Oferecer coordenadas para manutenção;</p>
Extensão do CV- Uso: Adaptabilidade
<p>Facilitar o “upgrade”</p> <p>Facilitar a substituição de componentes facilmente danificáveis;</p> <p>Projetar produtos readaptáveis ou multifuncionais para adaptação e respeito as evoluções físicas e culturais;</p> <p>Projetar móveis adaptados às necessidades estéticas dos consumidores;</p> <p>Flexibilizar o uso do mobiliário;</p> <p>Fazer móveis que durem;</p> <p>Projetar móveis compatíveis com adaptações funcionais e estéticas;</p> <p>Projetar para que as partes necessárias ao upgrade possam ser encontradas no comércio;</p> <p>Projetar para a confiabilidade;</p> <p>Diminuir o número de peças e componentes;</p> <p>Simplificar o produto (sem comprometer a durabilidade);</p> <p>Evitar o uso de pregos;</p> <p>Evitar o uso de módulos pré-fixados;</p> <p>Usar materiais de qualidade.</p>
Extensão do CV- Uso: Manutenção
<p>Promover a troca rápida de peças e componentes;</p> <p>Evitar junções fixas;</p> <p>Facilitar o acesso as partes e componentes para limpeza, evitando pontas que possam machucar;</p> <p>Evitar o uso de estruturas que possam riscar ou danificar outras durante o transporte ou movimento;</p> <p>Utilizar estruturas que possam ser facilmente removidas e desmontadas evitando a contaminação dos materiais para possibilitar reciclagem ou re-uso;</p> <p>Projetar kit de manutenção: ferramentas e instruções;</p> <p>Usar dispositivos simples de montagem e desmontagem;</p> <p>Informar cuidados com a limpeza e manutenção no manual de instruções.</p>
Extensão do CV- Uso: Re-Uso
<p>Facilitar o acesso e remoção de partes para re-uso;</p> <p>Projetar partes modulares para intercâmbio;</p> <p>Projetar partes padronizadas;</p> <p>Melhorar a resistência de partes frágeis;</p> <p>Projetar móveis modulares;</p>

Apesar dos princípios apontados no quadro anterior serem em grande parte universais, ou seja, aplicáveis ao projeto de todas as categorias de mobiliário, para atender às necessidades de um produto específico são insuficientes.

Outra pesquisa de destaque é a realizada pelo Centro de Design do Royal Melbourne Institute of Technology – RMIT que gerou o **ERD Guidelines – Furniture & Building Products** (ERD, 200-), consistindo de estratégias e linhas-guias para a orientação para o design de móveis, com foco em mobiliário institucional. Entretanto, estas linhas-guias são muito próximas às proposições genéricas propostas por Manzini & Vezzoli (2002).

Finalmente, outro estudo importante orientado especificamente ao mobiliário foi realizado pelo Consorzio Casa Toscana – formado por indústrias moveleiras da região da Toscana-Itália. Este consórcio desenvolveu, sob a coordenação de Lotti (200-), o **Manual de EcoDesign**, cujo objetivo é de auxiliar o desenvolvimento de produtos sustentáveis de base madeireira. Além dos princípios do design para o ciclo de vida, o manual provê um inventário dos materiais utilizados na confecção de móveis.

## 2.7 Discussão

Projetar um móvel intrinsecamente sustentável dentro das diretrizes do design sócio-ético, envolve a aplicação das linhas-guias apresentadas nessa seção. Tanto as estratégias gerais do design para a sustentabilidade, quanto as estratégias e linha-guias desenvolvidas especificamente para o design de mobiliário podem ser utilizadas no projeto de móveis populares, garantindo assim, produtos com baixo impacto ambiental nas fases de pré-produção, produção e distribuição.

Entretanto, devido as características socio-econômicas e culturais da população de baixa renda brasileira, as estratégias para o uso e para o descarte, necessitam ser remodeladas e acrescidas. Isto acontece porque, no Brasil, o móvel não percorre, durante a fase de uso e descarte, o caminho previsto nos estudos europeus. A população de baixa renda, monta e desmonta os seus móveis de acordo com as necessidades de mobilidade e re-arranjos internos na habitação, sem que para tanto, possua conhecimento do processo e os materiais adequados para executá-lo. Isto implica em danos ao mobiliário e à segurança do usuário e

consequentemente, o fim prematuro da vida útil de um produto de longa durabilidade.

Uma outra questão a ser considerada é a responsabilidade estendida ao produtor, sobre o recolhimento do produto ao fim de sua vida útil, para destinação segura à reciclagem de seus componentes na fase do descarte. No Brasil, o móvel popular não retorna ao produtor, é, ao invés, revendido, doado e, em última instância, simplesmente abandonado, sem preocupações com o meio ambiente.

No caso da revenda ou doação, o móvel, que em geral está danificado, passa por adaptações 'caseiras' que podem vir a comprometer seriamente a segurança do usuário. A confiabilidade e segurança do produto, conforme Manzini e Vezzoli (2005) são questões estratégicas para o design sustentável. Ainda que descrito como um critério significativo para a sustentabilidade, as linhas guias para a promoção da confiabilidade e segurança ainda são muito gerais. Não são apresentadas, por exemplo, estratégias e linhas-guias que orientem o design para evitar os erros, tanto no processo de design quanto no uso do produto.

Evitar erros no manuseio, que possam danificar ou inutilizar um móvel, por exemplo, dado o contexto sócio-econômico-cultural da população de baixa renda brasileira, pode ser uma forma de contribuir para a promoção do bem estar social. Diferentemente das condições idealizadas nos países desenvolvidos, as diretrizes para design para móveis populares requerem, também, linhas-guias que reconheçam as características ambientais, sociais, culturais e cognitivas do usuário, bem como o contexto de uso e que prevejam também, a realidade do descarte no Brasil.

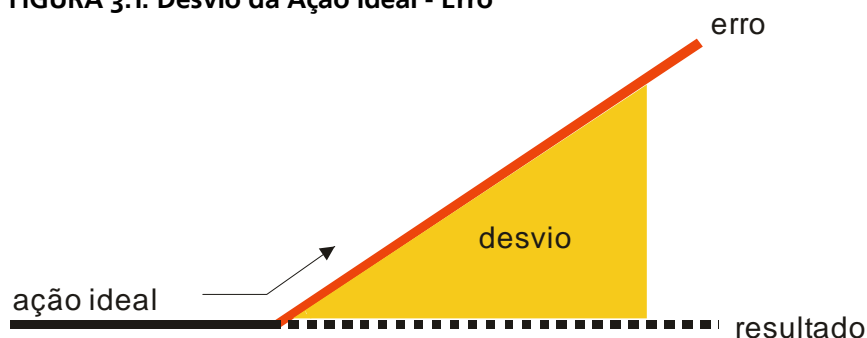
Esta pesquisa sugere utilizar mecanismos, incorporados ao produto, para evitar os erros e violações nos constantes processos de montagem e desmontagem a que são submetidos os móveis, que possam danificar o produto e oferecer riscos à segurança do usuário. Para a criação destes mecanismos de prevenção, é preciso compreender o erro humano, seus processos e sistemas. Desta forma o capítulo a seguir apresenta uma revisão de literatura sobre o erro humano e suas implicações no design sustentável.

### 3 Erro Humano e Mecanismos Poka-Yoke

#### 3.1 Definição

**Erro** é uma incorreção (FERREIRA, 2004) que promove **um desvio do resultado esperado** (conforme ilustra a FIGURA 3.1), seja ele da performance do produto/processo/sistema em relação a um padrão, plano ou meta estabelecida. O erro humano é uma incorreção dependente do fator humano e das interações do homem com os sistemas, o ambiente e a sociedade (KJELLEN, 1998).

FIGURA 3.1: Desvio da Ação Ideal - Erro



Atualmente, duas correntes divergem na definição de erro humano. Nomeadas como “a velha visão do erro humano” e “a nova visão do erro humano” estas correntes se contrastam por uma irreconciliável perspectiva sobre a contribuição humana para a falha ou para o sucesso de um sistema (DEKKER, 2002).

Na visão mais ortodoxa, o sistema no qual as pessoas trabalham é basicamente seguro, sendo que é atribuído às pessoas os principais problemas em relação à segurança e à não confiabilidade dos sistemas. Segundo esta visão, o progresso para a segurança pode ser feito, protegendo o sistema do ser humano através de seleção, procedimentos, automação, treinamento e ações que estabeleçam disciplina de trabalho mais segura (DEKKER, 2002). O paradigma mais ortodoxo do erro humano coloca o homem como a chave de todas as falhas de um sistema e o sistema por sua vez como algo a ser protegido da ação humana.

Na visão moderna, o erro humano é um sintoma de profundos problemas dentro do sistema, que não é inerentemente seguro. Sistemas são contradições entre múltiplos objetivos que as pessoas perseguem simultaneamente. O erro humano, portanto, está sistematicamente conectado com as características das pessoas,

ferramentas, tarefas e ambiente operacional. O progresso na segurança vem da compreensão da interdependência destas conexões.

A nova visão do erro humano coloca o homem como parte do integrante do sistema, prevendo que ambos e suas interações, estão sujeitos a falhas. Esta evolução na forma de ver o erro humano, demonstra o entendimento de que o homem é parte de um Sistema Complexo. A Complexidade, segundo MORIN (2005) é o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações e acasos, que constituem nosso mundo, apresentando, como traços inquietantes do emaranhado, o inexplicável, a desordem, a ambigüidade e a incerteza.

Nesta direção é importante fazer uma distinção entre o termo **erro humano** e o termo **acidente**, que tantas vezes confundem-se no senso comum da linguagem do dia a dia.

- **Erro humano** - termo genérico que abrange todas as ocasiões nas quais, uma *seqüência planejada de atividades físicas ou mentais, falha*, não atingindo o resultado intencionado e cuja falha não pode ser atribuída a um fator acidental (REASON, 1990). É a ação, comportamento ou decisão *humana* que não cumpre adequadamente os requerimentos estabelecidos por um *sistema*, ou que tem o potencial de reduzir, efetivamente, a segurança ou o desempenho deste (SANDERS; McCORMICK, 1993).
- **Acidente** - termo utilizado para definir eventos sem causas aparentes, não esperados e não intencionais (SANDERS; McCORMICK, 1993).

O resultado do desvio é conhecido como dano ou injúria. A definição de dano que é adotada nesta dissertação é apresentada abaixo:

- **Danos** são desgastes, deterioração material ou inutilização de um bem, em decorrência de algum ato ou acidente; estrago (AURÉLIO, 2001).

Dentro da definição do Sistema Complexo, o erro humano pode ser considerado as falhas nas ações, interações e retroações de um sistema e os acidentes, por sua vez, os acasos imprevisíveis (MORIN, 2005). Segundo Morin (2005), o Sistema Complexo existe como um todo: esperado e inesperado fazem parte do mesmo tecido de acontecimentos como variáveis dependentes e interligadas.



Neste estudo, as variáveis que formam o sistema são: ser humano, ferramentas, tarefas e ambiente (BEKKER, 2002). Da relação 'homem-sistema-ambiente' pode-se ainda dizer que erro humano são as atividades ou omissões de uma pessoa, que causem, ou tenham a possibilidade de causar algo indesejável e ou que não atendam os padrões esperados nas interações homem-trabalho ou homem-ambiente. (SWAIN apud STRÄTER, 1997; IIDA, 2005).

Para esta pesquisa, a definição de erro humano a ser utilizada é composta pela fusão das definições apresentadas por Reason (1990) e por Dekker (2002). Isto posto, define-se erro humano como:

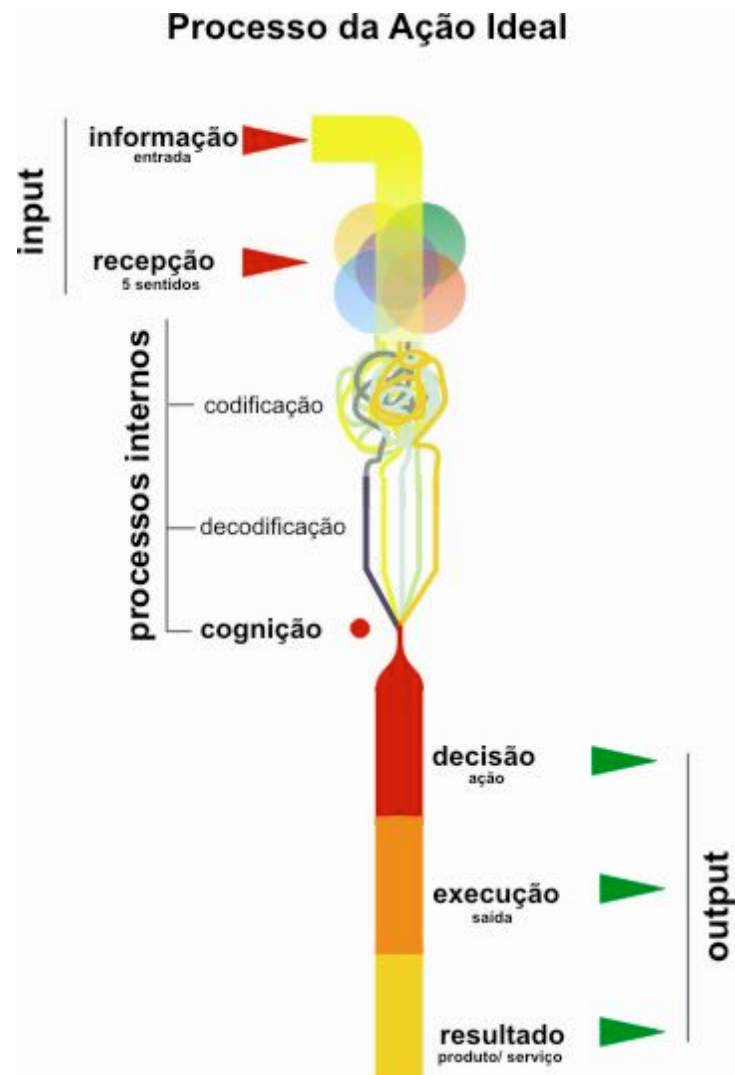
"A falha em uma seqüência planejada de atividades físicas ou mentais (ações), que causa o desvio do resultado intencionado (REASON, 1990) Estas falhas nas ações podem ter seus fatores geradores no ser humano, no sistema ou nas relações entre eles (DEKKER, 2002)".

A ação humana que gera o erro é resultado de seqüência de processos fisiológicos e psicológicos que são estudados pelas ciências cognitivas. A seção a seguir descreve este processo, conhecido como cognição humana.

### **3.2 O Processo Cognitivo e a Ocorrência do Erro Humano**

Toda ação humana é a reação a um processo que se inicia com a recepção de uma informação pelos órgãos dos sentidos (DHILLON, 2003). Esta informação é decodificada e processada no cérebro humano através do processo cognitivo, a partir do qual podem ser geradas ações conscientes ou inconscientes, intencionais ou não. Estas ações podem permanecer internas (pensamentos, idéias, insights) ou serem exteriorizadas em forma de um produto (que pode ser a própria ação) (NORMAN, 2006). Esta seqüência é representada na Figura 3.2 a seguir:

FIGURA 3.2: Processo Ação e Cognição

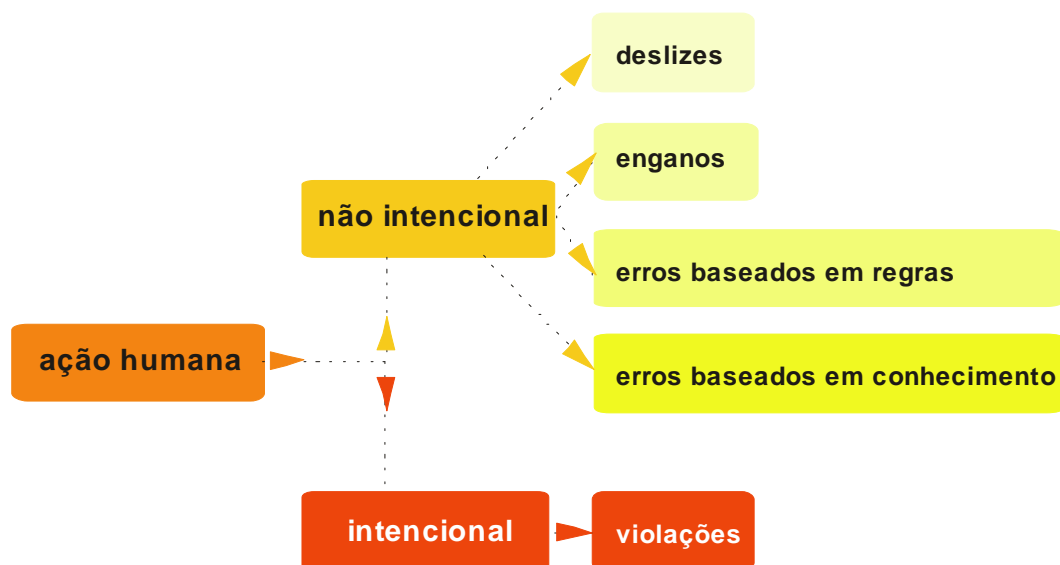


A Figura 3.2 descreve o **processo ideal da ação humana**: uma informação é recebida pelos órgãos humanos dos sentidos, transformada em impulsos elétricos, que são decodificados e julgados pelo cérebro, gerando decisões e ações, sem que ocorra nenhum desvio no processo entre a recepção e o resultado. Quando, entretanto, em algum ponto ocorre um desvio, o resultado é um erro. Desvendar os mecanismos que dão origem a estes desvios pode auxiliar na prevenção do erro. Na seção seguinte apresentam-se as pesquisas sobre os mecanismos do erro humanos, os modelos de classificação, os tipos de erros humanos, seus fatores indutores e fases de ocorrência.

### 3.3 Taxonomia dos Erros Humanos

As ciências cognitivas buscam desvendar os mecanismos mentais relacionados ao erro, considerando como principal objeto de estudo, a ação humana. REASON (2002) apresentou o Sistema Genérico de Modelo de Erros- GEMS, apoiado nos estudos de NORMAN (2006) e RASMUSSEN (1986), dividindo a ação humana que gera o erro em duas vertentes: intencionais e não intencionais conforme a Figura 3.3 a seguir.

FIGURA 3.3: Sistema Genérico de Modelo de Erros. Fonte: adaptado de Reason, 2002.



Estas duas vertentes da ação humana que gera o erro, representadas na figura acima, dão origem a uma taxonomia dos erros humanos com base na intencionalidade das ações. Esta taxonomia é composta por apenas cinco categorias básicas de erros humanos: **deslizes ou escorregões, lapsos ou enganos, falhas, erros e violações**.

Os **deslizes e os lapsos** são erros que decorrem de processos inconscientes ou falta de habilidades. Provém de desvios nos processos cognitivos, neurológicos e fisiológicos do ser humano. Fazem parte desta categoria os esquecimentos, omissões, comissões, erros de seqüência e tempo.

Também as falhas podem ser divididas em duas categorias: baseadas nas regras e baseadas no conhecimento. As **falhas baseadas nas regras** são aquelas nas quais, a aplicação de normas e intenções corretas é feita de maneira incorreta.

Caracterizam-se por questões de escolhas errôneas as de regras corretas para situações corretas. (REASON, 2002). **Erros baseados no conhecimento** são aquelas advindas de um planejamento inadequado, no qual as intenções eram corretas, a aplicação das regras é feita corretamente, porém o plano de aplicação era incorreto. (REASON, 2002)

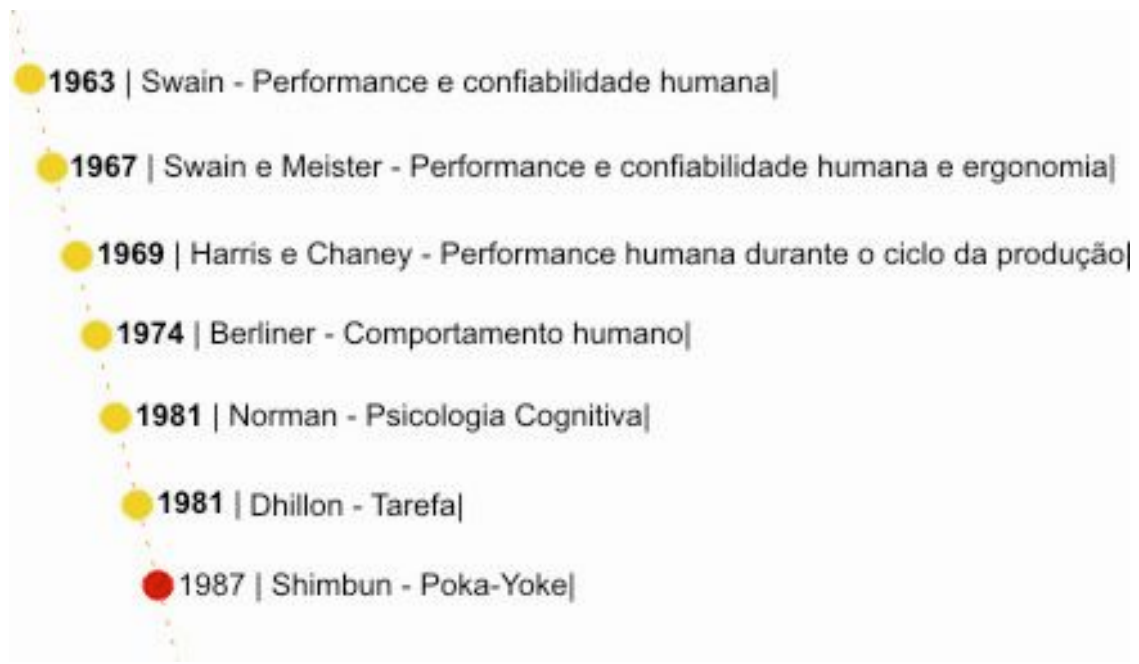
Neste modelo, as **violações**, são ações que partem de processos mentais conscientes, ou seja, mesmo cientes do erro, risco ou perigo, o ser humano opta pela ação. Nesta categoria podem ser incluídas as sabotagens e as violações de trânsito.

Todas as categorias citadas neste modelo podem gerar **dois tipos de erros: ativos e latentes**. **Erros ativos** são aqueles que ocorrem no ponto de contato entre o ser humano e algum aspecto do sistema. São visíveis, de fácil identificação e em geral envolvem alguém na linha de frente. Em contraste os **erros latentes** (ou condições latentes) são aqueles que dizem respeito a falhas não aparentes, não imediatas, mas que contribuem para a ocorrência do erro (REASON, 2002).

A taxonomia criada por REASON (2002) categoriza os tipos de erros humanos na dimensão da intencionalidade de suas ações, sem considerar ou especificar os demais fatores que compõem o sistema complexo do qual o erro é um produto.

A literatura apresenta outras propostas de taxonomia de erros humanos, criadas a partir de observações de situação e demandas específicas. HINCKLEY (1997), por exemplo, apresenta um panorama histórico destas taxonomias conforme Figura 3.4 a seguir:

**FIGURA 3.4:** Panorama Geral das Taxonomias dos Erros Humanos. Fonte: adaptado de Hinckley, 1997



A linha do tempo apresentada na Figura 14 mostra a evolução do estudo do erro humano. Num primeiro momento os pesquisadores se concentraram em avaliar a confiabilidade humana e a probabilidade dos erros utilizando os métodos de Avaliação da Confiabilidade Humana (HRA) e Probabilidades do Erro Humano (HEP). Para isto usaram como parâmetro o esquema de classificação de erros baseado em ações (outputs) humanas criado por Swain em 1963, que relaciona dois tipos de erros: por omissão - ocorre quando um operador omite uma operação ou por comissão - ocorre quando o operador realiza a tarefa, porém de maneira incorreta (HINCKLEY, 1997).

Em 1967, Swain e Meister propuseram o modelo de classificação de erros humanos com base nos fatores que influenciam no desempenho humano. O método, denominado Performance Shaping Factors (PSF) relacionou os diversos fatores incluindo fatores psicológicos, ferramentais e ambientais que podem influenciar a confiabilidade humana. Já em 1969, Harris e Chaney relacionaram o erro humano ao ciclo do trabalho: erro de planejamento, design, produção, e distribuição. Outra visão deste modelo foi apresentada posteriormente por Dhillon em 1981. No ano de 1974, Berliner relacionou os erros humanos e comportamentos nos processos perceptivos, processos mediativos, processos comunicativos, processos motores (HINCKLEY, 1997).

Donald Norman em 1981 estudou os erros humanos sob a ótica da psicologia cognitiva descrevendo-os a partir da formação da intenção, como resultado de uma ativação falha dos esquemas mentais e estes, por sua vez, como resultados de um falho desencadeamento de sistemas ativos. Em 1988, Norman publica o livro *Design for the Everyday Things*, no qual estuda a ocorrência destas falhas durante a interação com produtos do dia-a-dia, contribuindo para a melhoria do projeto de produtos.

Procurando classificar erros humanos para a criação de dispositivos simples que os pudessem prevenir, Shimbun em 1987, criou um modelo de erros com base em: esquecimento, incompreensão, falha no reconhecimento, falta de treinamento ou repertório, quebra de regras por ignorância das suas conseqüências, desconhecimento de resultados esperados, falha no tempo de decisão/ reação, ausência de padrões, acidentes e violações.

Em todos os modelos citados anteriormente, seus autores procuram classificar os erros sob alguma ótica específica, como por exemplo, etapas da produção, psicologia cognitiva, ergonomia, etc. e consideram como fator gerador, apenas o ponto mais próximo ao erro, por exemplo: ausência de ferramenta, tempo de ação e reação, ambiente físico, etc., como sua causa imediata, não fazem distinção entre erros ativos e latentes.

Como neste trabalho assume-se que erro humano é um desvio que pode ter suas causas (ativas e latentes) em um ou mais fatores externos ou internos, próximos ou distantes do executor, propõe-se, tendo por base os modelos de erros humanos acima citados, relacionar estes atores de forma a compreender, ainda que superficialmente, as interfaces deste sistema complexo, a partir dos fatores apresentados na seção a seguir.

### **3.4 Fatores Indutores do Erro Humano**

O erro, segundo Reason (2002), é o produto de uma ação do processo cognitivo humano e este processo pode sofrer a influência dos outros atores que fazem parte do sistema, como fatores ambientais, físicos, sociais, cognitivos e psicológicos, que atuam como filtros, promovendo desvios ou bloqueios durante o ciclo da ação, resultando em um erro.

## Fatores ambientais

Estes fatores são as características do **ambiente físico** que possam comprometer o ciclo da ação. Estão relacionados à temperatura, luminosidade, som, odores, instabilidade do terreno (equilíbrio), espaço físico, condições do ar, pressão, umidade (SANDERS; McCORMICK, 1993).

## Fatores fisiológicos

Os **fatores fisiológicos** são as características fisiológicas e anatômicas do corpo humano que possam comprometer a recepção da informação e/ou a execução da ação. Estes fatores estão relacionados aos órgãos dos sentidos: olhos, ouvidos, língua, pele, nariz e aos membros superiores e inferiores - braços, pernas (SANDERS; McCORMICK, 1993; NORMAN, 2006).

A recepção da informação, início do processo cognitivo, é feita por um ou mais órgãos dos sentidos. No caso de comprometimento do órgão requerido, a informação não é recebida ou é captada de forma incorreta, podendo ocasionar desvios nas demais fases do processo cognitivo. A realização de algumas espécies de tarefas (output) requer, muitas vezes, a utilização de membros, músculos e coordenação motora (capacidade de coordenação dos movimentos resultados da integração entre comando cerebral e unidades motoras dos músculos e articulações. A ausência integral ou parcial dos membros requeridos no processo pode ocasionar a geração de erros. (SANDERS; McCORMICK, 1993).

## Fatores cognitivos

Características cognitivas que possam comprometer o processo decodificação, compreensão da informação, tomada de decisão e execução da ação. Segundo Preece et al, (2004) o processo cognitivo humano compreende: **receber informações, pensar, recordar, aprender, tomar decisões, resolver problemas e imaginar**. A cognição, portanto, envolve um grande espectro de processos diferentes, sendo raro que um aconteça na ausência dos outros. Aspectos importantes da cognição para o design são a memória, atenção e percepção (OXMAN, 1996). A **memória** é a recuperação de diferentes formas de consciência, que permitem ao ser humano agir corretamente. A **atenção** é o processo de seleção dos objetos sobre os quais se o ser humano se concentrar por um

determinado período. O termo **percepção** se refere à forma de aquisição das informações do ambiente através dos diferentes órgãos dos sentidos. É um processo complexo que envolve a memória, a atenção e a linguagem. Todos estes fatores estão relacionados aos aspectos fisiológicos, psicológicos, sociais e culturais do ser humano (PREECE; ROGERS; SHARP, 2004, p.80-100).

Dentro dos fatores cognitivos existem também os chamados modelos mentais, que podem ser definidos como uma “representação conceitual do sistema e/ou tarefa formado pelo usuário, baseado em experiências prévias, assim como em observações atuais, que fornece um poder preditivo e exploratório ao usuário no entendimento do sistema e guia sua interação com o sistema” (SOARES, BUCICH, 2002, p.46)

### **Fatores psicológicos**

Características psicológicas que possam comprometer o processo decodificação e compreensão da informação, decisão e execução da ação. A importância dos fatores psicológicos no comportamento humano é reconhecida e estudada por psicólogos e psicologistas cognitivos. Estes fatores estão relacionados a introversão, extroversão, psicoses, neuroses, stress, fobias, relações sociais, depressão, ansiedade, traumas, medos, pânico (ARNSTEIN, 1997). Entre estes fatores, o mais estudado atualmente é o stress, pois influencia no processamento da informação e cognição. Os agentes causadores são: barulho, vibração, calor, luz embaçada, alta aceleração e fatores psicológicos como a ansiedade, fadiga, frustração, raiva, pressão do tempo e pressões sociais. (ARNSTEIN, 1997; REASON, 2002; NORMAN, 2006).

### **Fatores sociais**

Dizem respeito às características sociais que possam comprometer os ciclos da ação. Estes fatores estão relacionados a regras, leis, pressões sociais e distinções de grupos sociais (NORMAN, 2006). Cada sociedade tem suas próprias regras e leis que podem condicionar a ação humana perante a uma informação. Dentro de cada sociedade os extratos e grupos sociais agem de com suas próprias regras e leis. Os designers precisam observar as leis da sociedade à qual se direciona um produto. As estruturas sociais, segundo Norman (2006) estão entre os maiores geradores de erros.



### **Fatores Culturais**

São fatores relacionados a costumes e modos de vida, ao simbólico, credos, tradições, senso comum, saber popular, limites, princípios, ética, valores morais, distinções culturais, cores, odores, sons, sabores, texturas, formas, etc.. Cada cultura tem sua própria interpretação do mundo, seus próprios símbolos e signos que se desenvolve das relações com o ambiente que envolve a sociedade, O mesmo produto, vendido em partes diferentes do mundo pode ser visto, interpretado e utilizado de maneiras diferentes. É importante para o designer, em face da presente globalização, compreender a cultura do local onde se pretende introduzir um produto (ONO, 2004).

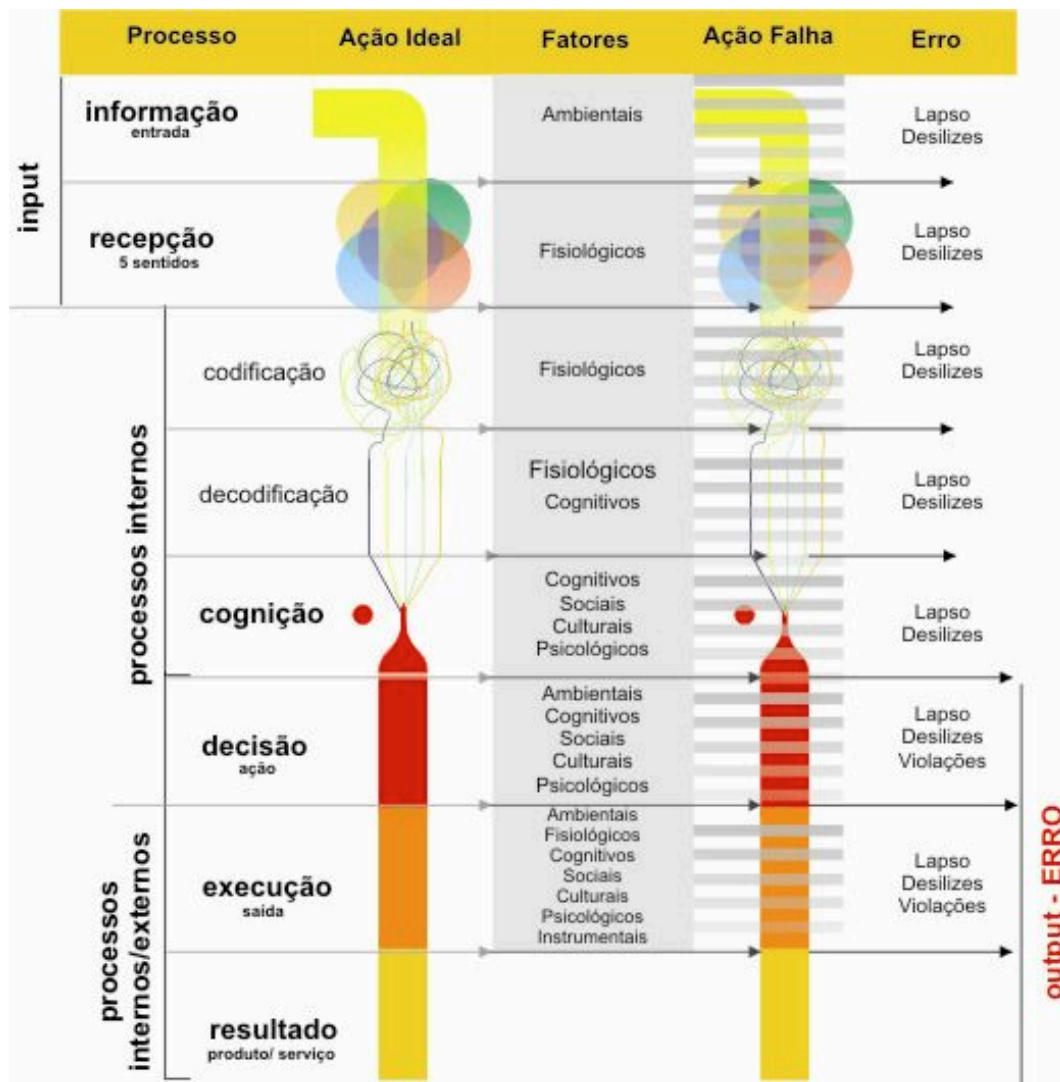
### **Fatores instrumentais**

Características que possam comprometer o processo de compreensão da informação e execução da ação. Estes fatores estão relacionados à ausência de habilidade, capacidade, treinamento, ferramenta, hardwares, softwares. Quando uma tarefa necessita de uma habilidade ou ferramentas específicas, a ausência delas pode comprometer a performance e por conseqüência o resultado da mesma.

## **3.5 O Sistema 'Erro Humano'**

De acordo com os dados apresentados nesta seção, o erro é o desvio de um padrão, gerado de forma intencional ou não, que pode ser ativo ou latente no sistema. O sistema 'Erro' é formado por todos interlocutores, atores e variáveis que compõem todo o ciclo de uma ação. A Figura 3.5, a seguir descreve na coluna esquerda a ação ideal, na qual a informação passa pelo sistema sem sofrer nenhum desvio. O ciclo da ação inicia-se com a informação, sua recepção pelos órgão dos sentidos, codificação em impulsos elétricos, decodificação no cérebro pelo processo cognitivo, decisão (reação), execução da 'tarefa' e o resultado final (produto) (REASON, 2002).

FIGURA 3.5: Interação sistêmica da ação, tipos de erros e fatores indutores do erro.



Na coluna central, estão listados todos os fatores que podem contribuir ou induzir a geração do erro, na ordem de suas influências dentro do ciclo da ação. Na terceira coluna está representada a ação em cujo ciclo existe um ou mais pontos de desvios. Na última coluna estão descritos os tipos de erros resultantes em cada ciclo da ação:

A Figura 16 apresenta os ciclos da ação e os grupos de fatores que contribuem e induzem ao erro humano, agindo como filtros ou ruídos. Na primeira fase (input), as informações são disponibilizadas para ser sentidas e percebidas. Segundo Sperling e Martin (2003), **sensação** é o ato de recepção de um estímulo pelos órgãos sensoriais, enquanto **percepção** é o ato de interpretar um estímulo registrado no cérebro, por um ou mais mecanismos sensoriais. Conforme Preece et

al (2004) as informações possuem características que a direcionam a um ou mais órgão sensoriais humanos: olhos (luzes, gráficos, cores, formas, texturas, etc.), ouvidos (todos os tipos de sons), nariz (todos os tipos de odores), língua (todos os tipos de sabores) ou pele (vibrações, texturas, temperaturas, etc.) (SANTOS, 2003).

Para que a informação seja recebida sem perdas de conteúdo, devem existir condições **ambientais** compatíveis com a natureza da informação. É necessário também que os aparelhos receptores humanos sejam aptos a recebê-la: as condições **fisiológicas** do ser humano (órgãos sensoriais) devem ser compatíveis com a natureza da informação. No caso das condições ambientais não serem as adequadas, ou órgão sensoriais não serem aptos, a informação pode sofrer um desvio (erro latente).

O estímulo é transformado em impulsos elétricos (codificação) e transmitido ao cérebro, através de mecanismos **fisiológicos humanos**. Após, inicia-se o processo de percepção, **decodificação** dos estímulos através de **processos cognitivos**, descritos anteriormente. Nesta fase, fatores **fisiológicos, psicológicos, sociais e culturais** podem gerar desvios na interpretação da informação. Por exemplo, segundo Norman (2006), o stress, as pressões sociais e fatores psicológicos são as maiores causas de desastres aéreos.

O processo cognitivo gera a **decisão**, que pode ser influenciada por fatores **ambientais, fisiológicos, psicológicos, sociais e culturais**, conforme mostrado na seção anterior. A ação, consequência da decisão pode sofrer a influência de todos os filtros, internos e externos e em geral é a exteriorização do erro, que pode haver ocorrido em qualquer fase anterior do processo, permanecendo latente, a espera de condições sistêmicas positivas para manifestar-se.

Em todas as fases anteriores à 'decisão', os erros assumem as características de lapsos (não intencionais), porém, a partir do instante em que se toma uma decisão o erro pode assumir também as características de uma violação (intencional) que é um ato consciente (NORMAN, 2006).

O erro, portanto, é um sistema multi-direcional, do qual fazem parte o ser humano, a tarefa/produto/sistema/serviço, o ambiente, as ferramentas, a sociedade e a cultura, conforme esquematizado a seguir pela Figura 3.6. Cada qual

com os seus próprios micros sistemas, que compõem o emaranhado tecido complexo da sustentabilidade.

FIGURA 3.6: Contexto Sistêmico do Erro Humano



Nesta visão sistêmica do erro (BEKKER, 2002), na qual se baseia a Figura 3.6, considera-se não somente as limitações de ser humano, mas todas as relações dinâmicas que contribuem para o erro. Esta compreensão das interdependências do sistema é fundamental como instrumento no projeto de sistemas à prova de erros, pois auxilia na visualização e compreensão das estruturas criadas, auxiliando na identificação dos pontos críticos aos quais podem ser aplicados mecanismos preventivos.

### 3.6 Discussão

Os dados apresentados nesta seção mostram que o **erro humano** provoca perdas em todas as dimensões da sustentabilidade, o que torna sua **prevenção um elemento estratégico para o design sustentável**. O design de um produto pode produzir o potencial para um erro ou pode reduzir os riscos e falhas em um produto e produtos com falhas e inseguros tendem a ser descartados precocemente.

Para poder prevenir os impactos do erro humano, tanto econômicos, quanto ambientais e sociais, é necessário que o designer compreenda os sistemas no qual

se inserem os produtos, suas inter-relações, limitações e interfaces com o ser humano. Conhecendo os fatores que induzem ao erro, descritos nesta seção, é possível ao designer pontuar os pontos frágeis do produto/sistema/serviço para promover sua confiabilidade e segurança.

Para o design de mobiliário popular, a confiabilidade e segurança do produto é um ponto fundamental, pois as limitações econômicas da população de baixa renda não oferecem possibilidades de constantes trocas ou compras de novos produtos. O descarte de móveis danificados e inutilizados por erros humanos nos processos de montagem e desmontagem, por questões culturais, sociais e políticas, ainda não é realizada de forma compatível com a preservação dos recursos ambientais. Portanto evitar erros em processos de montagem e desmontagem de mobiliário popular por ser sim uma estratégia sustentável. Para tanto, as condições econômicas, sociais, os padrões culturais, os problemas cognitivos e psicológicos da população de baixa renda devem ser consideradas como fatores relevantes nas decisões e orientações do projeto do mobiliário popular.

Se as condições sócio-econômicas impõem a esta população a necessidade de montar e desmontar constantemente o seu mobiliário, talvez seja necessário projetar para tornar este procedimento seguro, garantindo assim a integridade do produto e sua durabilidade, bem como a segurança do usuário. Existem diversas abordagens de design que se propõem a auxiliar na prevenção e mitigação do erro, como o design universal por exemplo. Entretanto nesta dissertação aborda-se um sistema simples de mecanismos à prova de erros denominados poka-yoke. A próxima seção apresenta o conceito destes mecanismos poka-yoke e suas implicações no design de produtos.

### **3.7 O Conceito de Poka-Yoke e sua Gênese**

#### **1.1.1 Definição**

Na língua japonesa *yokeru* significa “evitar” e *poka* significa “erros inadvertidos” (CALARGE; DAVANSO, 2003; GROUT, 2004). Poka-yokes, portanto, são mecanismos ou procedimentos utilizados para prevenir erros em sistemas ou processos. Na língua inglesa estes mecanismos são denominados “mistake-proof device” ou “fool-proof device.”

O conceito de **poka-yoke** foi originalmente idealizado e desenvolvido por SHINGO (1986) junto ao **Sistema Toyota de Produção** a fim de proteger a produção industrial de erros banais, que pudessem vir a se transformar em produtos defeituosos (TSOU & CHEN, 2005).

Poka-yokes, como idealizados por Shingo são dispositivos para a inspeção de processo e não do produto (GROUT, 1997). Desta forma, em sua gênese estes mecanismos têm como principal objetivo não permitir que erros que surjam durante o processo, se tornem posteriormente produtos defeituosos (TSOU; CHEN, 2005).

Atualmente, **poka-yokes** fazem parte de um conjunto de técnicas de gestão do processo de manufatura, conhecidas como **Lean Production** e tem no **Sistema Toyota de Produção** seu mais compreensivo exemplo de aplicação. Neste modelo de produção o foco é a busca constante pela redução das perdas e o aumento do valor agregado. Dentro deste modelo os mecanismos **poka-yoke** posicionam-se como ferramentas de gestão de qualidade denominada Inspeção 100% ou **Zero Quality Control - ZQC** (Controle de Qualidade Zero Defeitos) (SHINGO, 1996).

### 3.7.1 A Evolução da Inspeção/controle da Montagem de Produtos

#### 3.7.1.1 Inspeção 100% pelo Artesão

O controle da qualidade dos produtos, serviços e sistemas produtivos modificou-se ao longo da história. Até a metade do século XIX, os produtos eram confeccionados por artesões, que detinham o conhecimento de todo o processo de manufatura da classe a qual pertenciam (LÖBACH, 2001).

As classes de artesões, conhecidas como *guildas*, remontam do século XIII e funcionavam como uniões de artesãos, que detinham o conhecimento de certas técnicas produtivas. Estas uniões eram organizadas por documentos sobre regras de comportamento, compra e venda e inspeção de qualidade de produtos. As inspeções de qualidade eram realizadas pelo Mestre, grau mais elevado de uma guilda como uma forma de inspeção e julgamento da qualidade dos trabalhos realizado pelos aprendizes e artífices. Eram feitas em cada unidade produzida, de forma detalhada, com os intuitos de fiscalizar o produto e ensinar a profissão.

(STABEL, 2004). O artífice, para se tornar um Mestre, deveria saber e poder executar um produto de forma perfeita (STABEL, 2004).

As guildas eram espécies de monopólios, no qual os Mestres controlavam a quantidade e horas de trabalho, padrões de qualidades e preços. A relação entre produtor e comprador era estreita, atendendo as expectativas e desejos individuais de ambos: peças exclusivas, qualidade impecável e preços elevados (LÖBACH, 2001, p. 37). Os defeitos observados podiam ser prontamente reclamados ao produtor, representando prejuízos financeiros e morais ao negócio.

Este sistema artesanal prosperou até o século XIV, quando o grau de dificuldades impostas para a elevação de nível de aprendizes e artífices foi gradativamente modificando as relações de trabalho dentro das guildas, passando para uma relação chefe e empregado. As guildas, então repletas de “aprendizes e artífices” formavam pequenas indústrias. A divisão do trabalho dentro destas organizações já estava sendo praticada quando a evolução tecnológica contribuiu para a mecanização e automatização de funções produtivas. A utilização de outras forças que não somente água e vento tornaram os mecanismos mais velozes e eficazes. Estes avanços “aumentaram significativamente a produtividade humana” (SHINGO, 1996).

### **3.7.1.2 Inspeção 100% ao final da Linha de Montagem**

A evolução das guildas, a especialização do trabalho e os avanços tecnológicos no século final do século XVIII deram início à Revolução Industrial. No século XIX, as preocupações com a estética e a qualidade dos produtos industrializados resultaram em movimentos como o Arts na Crafts (WICK, 1989). Para RUSKIN (apud WICK, 1989) um dos precursores do design, a industrialização era um perigo tanto para o consumidor, quanto para o produtor, na medida em que deformava o gosto estético do consumidor com a oferta de produtos de massa e de qualidade inferior e privava, pela produção mecânica, o produtor da possibilidade de uma próspera auto-realização.

Enquanto uma parcela da sociedade demonstrava preocupações com a baixa qualidade dos produtos industriais, as indústrias e seus “gerenciadores” preocupavam-se em como melhorar a produtividade. Desta forma, Frederick Winslow Taylor (1856-1915) iniciou um estudo sobre o trabalho no chão de fábrica, observando os trabalhadores no desempenho de suas funções. Destas observações



surgiram as primeiras diretrizes administrativas. Dentre elas a mais importante para este trabalho é a criação de uma supervisão funcional, que auxiliaria na verificação da conformidade da execução e dos resultados do trabalho (SHINGO, 1996). Taylor não acreditava que trabalhadores da linha de frente pudessem ser criativos, para ele, este era um trabalho para os gerentes e supervisores. A divisão do trabalho proposta por Smith neste momento teve seu ápice. Trabalhadores deveriam cuidar apenas do seu trabalho, não sabendo, muitas vezes, o que fazia o trabalhador à sua direita ou esquerda (BOSTINGL in KANJIL, 1995, p. 458).

Outra grande contribuição para a organização da produção na era industrial foi dado por Henry Ford (1863-1947). O sistema por ele desenvolvido em 1913 para a confecção do Modelo T previa a produção em linha. Segundo seus princípios, os trabalhadores permaneciam em postos fixos enquanto o chassi atravessava a fábrica sendo acrescentado gradativamente das peças que o compunham (FIGURA 3.7).

**FIGURA 3.7: Exemplo de linha de produção como a proposta por Henry Ford. Fonte: [www.graziarosavillanipress.com](http://www.graziarosavillanipress.com)**



A determinação era para que os empregados produzissem a maior quantidade possível de peças. Em todo este período o controle de qualidade dos produtos era feito pelos supervisores ao fim da linha de produção, aonde as peças defeituosas eram retiradas e encostadas nas paredes como lixo ou retornavam a produção para correções e retrabalhos. Porém, “a supervisão nunca foi à prova de erros banais. Muitos produtos defeituosos passavam despercebidos pelos olhos perspicazes dos supervisores, sendo entregues para a comercialização” (KANJIL, 1995, p. 458).



### 3.7.1.3 Inspeção por Amostragem

A incorporação da gestão da qualidade na indústria aconteceu após a segunda guerra mundial, com os estudos de Edwards Deming e a técnica conhecida como Statistical Quality Control – SQC (Controle de Qualidade por Estatística) (HALL, 1988). Segundo SHINGO (1986, p. XIV), este método foi uma “inovação conceitual que mexeu com as noções convencionais de inspeção por julgamento. O SQC é composto basicamente por elementos: inspeção informativa e indução estatística.” Nesta técnica o controle de qualidade do produto é feito por amostragem. A cada X números de peças produzidas (lote), Y são avaliadas. Por esta amostragem os lotes são aprovados ou não. Este tipo de inspeção não se mostrou eficiente, pois não auxilia a reduzir ou prevenir defeitos. O uso da estatística não elimina a possibilidade de produtos defeituosos chegarem ao mercado e o retorno deste erro à produção não permite soluções rápidas de eliminação e controle.

### 3.7.1.4 Auto-Inspeção no Controle de Qualidade Total

SHINGO (1986), um dos engenheiros, propõe uma nova forma de gestão da qualidade conhecido como Total Quality Control – TQC – Controle Total de Qualidade. No TQC a inspeção passou a ser entendida como apresentando três níveis (STEWART, 2001):

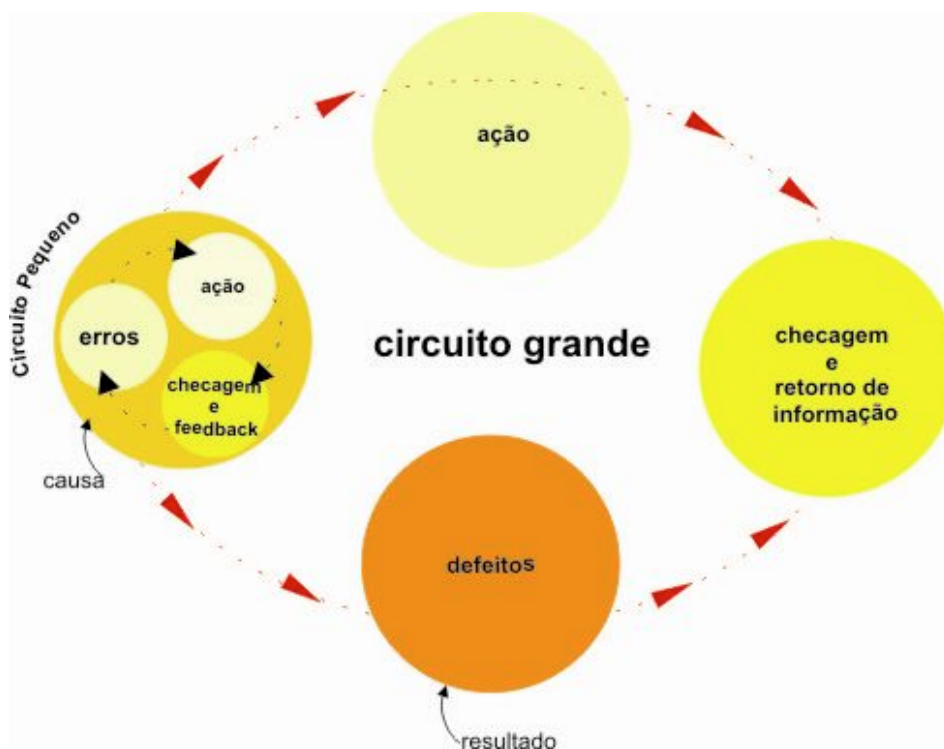
- **Inspeção por julgamento** → descobre defeitos → requer inspeção de 100% dos produtos e separação dos defeituosos → não é efetiva contra erros;
- **Inspeção informativa** → reduz defeitos → dados coletados na produção são usados para controlar os futuros processos → auto-inspeção → inspeção do produto da operação anterior (checagem sucessiva) → baixo custo;
- **Inspeção de recursos** → elimina defeitos → detecta condições impróprias da operação anterior → sinalizam a existência de defeito → param a produção;

Segundo o TQC cada trabalhador deve inspecionar seu próprio trabalho (auto-inspeção) antes de fazê-lo prosseguir para próxima etapa da linha de produção. Cada trabalhador deve também inspecionar o trabalho que chega as suas mãos, vindo de outras fases do processo produtivo (checagens sucessivas). A ocorrência

de qualquer anormalidade paralisa a linha de produção, evitando que o erro prossiga e se transforme em produto defeituoso. Desta forma os “feedbacks” (retorno de informação) são feitos em tempo real, assim como as correções no sistema, eliminação do erro e do defeito. Para o autor esta forma de inspeção na fonte é mais eficaz.

Shingo propõe um ciclo composto por dois circuitos: um grande que engloba toda a produção e um pequeno circuito que representa a auto-inspeção. Este ciclo é esquematizado na Figura 3.8 a seguir.

FIGURA 3.8: Ciclo da gestão da qualidade – ZQC. Fonte: Shingo, 1986.



Conforme a Figura 3.8, o controle de qualidade não é feito ao final do processo e sim ao longo de sua execução. (SHINGO, 1986; 1996) Como ferramentas para auxiliar operações de auto-inspeção, Shingo (1986, 1996) idealizou mecanismo e dispositivos denominados **poka-yoke**, como forma de prevenir erros banais (como os cometidos por distração, por exemplo), facilitar sua identificação e alertar a ocorrência. Segundo o autor a “combinação de inspeções na fonte e sistemas **poka-yoke** podem realmente reduzir os defeitos a zero. Estes conjuntos de práticas de inspeção e mecanismos poka-yoke são denominados **Controle de**

**Qualidade Zero Defeitos - ZQC** (SHINGO, 1996, p. 344). A seguir são apresentadas as tipologias de poka-yoke proposta por Shingo (1986)

### 3.7.2 Tipologias de Poka-Yoke

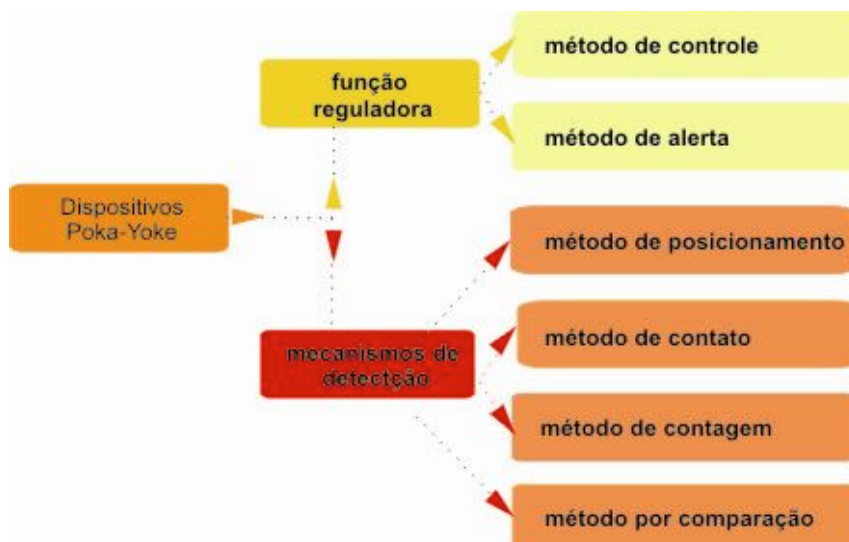
#### 3.7.2.1 Visão Geral

Poka-yokes podem ser classificados em duas categorias de acordo com suas funções principais (SHINGO, 1986):

- **Sistema poka-yoke com função reguladora:** faz parte da inspeção de recursos. Este sistema não permite que o erro siga na linha de produção através de métodos de alertas e interrupção do fluxo produtivo;
- **Sistema poka-yoke com função de detecção:** faz parte da inspeção informativa auxiliando o trabalhador na verificação da condição ideal para a execução da tarefa.

A implementação destas duas classes de poka-yoke têm abordagens conhecidas nos sistemas de produção, conforme ilustra a Figura 3.9 a seguir. Os sistemas poka-yoke são compostos por duas funções que agem de maneiras distintas na produção: a primeira verifica padrões pré-estabelecidos, acusando a existência de um erro, a segunda alertando para a ocorrência e paralisa a produção para sua imediata correção (SHINGO, 1986).

**FIGURA 3.9: Métodos de Atuação dos Dispositivos Poka-Yoke.** Fonte: adaptado de Shingo, 1986.



Estas funções poka-yoke, originalmente desenvolvidas para atender as demandas de qualidade da indústria, são apresentadas e definidas a seguir, acompanhadas de exemplos de sua aplicação em produtos do dia-a-dia.

**Função reguladora:**

- **Método de controle:** métodos que acionam dispositivos que paralisam o equipamento e interrompem a operação do produto ou processo a partir da detecção de um erro, obrigando sua imediata eliminação. Exemplo de método de controle pode ser encontrado em portas de elevadores, que possuem travas eletrônicas, que as impedem de fechar caso os sensores detectem um objeto entre elas (FIGURA 3.10).



**FIGURA 3.10:** Exemplo Método de Controle - Bed Elevator. Fonte: Zhejiang Aolingda Elevator Equipment.

- **Método de alerta:** métodos que ativam dispositivos de sinais sonoros ou luminosos, que chamam a atenção da pessoa para um erro, sem, contudo, parar a linha de produção ou o uso de um determinado produto. Exemplo deste método é a geladeira Reflex, que alerta através de uma luz frontal que a porta não está devidamente fechada (FIGURA 3.11).

FIGURA 3.11: Exemplo de método de alerta aplicado em produto – Geladeira REFLEX. Fonte: [www.pontofrio.com.br](http://www.pontofrio.com.br)



### Função de detecção

- **Método de posicionamento:** métodos que ativam dispositivos que liberam uso de um produto ou as operações de produção apenas quando os elementos de um conjunto encontram-se em posição correta, evitando a montagem em posição inadequada. Exemplos de aplicação deste método são alguns aparelhos eletro-eletrônicos que necessitam de interface física com periféricos (FIGURA 3.12).



FIGURA 3.12: Exemplo de método de posicionamento. Fonte: CORNELL

- **Método de contato:** sensores eletrônicos ou dispositivos mecânicos que indicam que as peças encontram-se corretamente posicionadas para a continuação da operação de uso de um produto ou das operações de produção. Exemplos são encontrados em muitos produtos que oferecem

risco a segurança do usuário. É o caso dos multiprocessadores cujo funcionamento é condicionado ao perfeito fechamento da tampa, evitando assim contato do usuário com as lâminas.



**FIGURA 3.13:** Exemplo de Método de Contato Multiprocessadores - Fonte: Multiprocessador Totale MC-6



- **Métodos de contagem:** cada conjunto deve ter um número correto de peças. Este método confere por meio da contagem dos elementos, a conformidade do conjunto. Exemplos são kits de produtos cujos conjuntos possuem número exato de peças para a execução da montagem (FIGURA 3.14)



**FIGURA 3.14:** Exemplo de método de contagem Kit de cobertura Do-it-Yourself. Fonte: Núcleo De Design E Sustentabilidade - UFPR

- **Métodos de comparação:** utilização de mecanismos que comparam as grandezas físicas de um produto com especificações evitando anormalidades. Exemplo são todos os tipos de embalagem utilizam-se de métodos de comparação, como peso, quantidade, volume (FIGURA 3.15).



**FIGURA 3.15:** Exemplo de método de comparação - Embalagens de Pipoca. Fonte: [www.rabisco.com.br](http://www.rabisco.com.br)

Os métodos acima apresentados compreendem as *funções originais projetadas por SHINGO (1986)* para o controle de qualidade 100% no Sistema Toyota de Produção. Atualmente estes conceitos servem como base para a criação de sistemas poka-yoke em diversas outras áreas, apresentando alto grau de eficácia e eficiência na redução de erros na medicina, psicologia, prestação de serviços, softwares, interação humano-computador - HCI e design e até mesmo na construção civil (SANTOS; POWEL, 1999). No design, dispositivos poka-yokes, pela natureza intuitiva, são incorporados a produtos para evitar erros conforme apresentado nos exemplos anteriores.

A aplicação dos mecanismos poka-yoke em produtos seguem, de maneira similar, os mesmos graus de atuação encontrados na manufatura. Poka-Yokes podem prevenir erros inadvertidos como lapsos e deslizes, durante a utilização de um produto ou de um serviço, que comprometam a confiabilidade e funcionamento de produtos ou sistemas, porém, a maioria dos poka-yokes não impede violações. No design poka-yoke também é chamado como design restritivo (NORMAN, 2006). A Figura 3.16 a seguir apresenta o design restritivo aplicado ao novo plug brasileiro, que foi concebido para impedir possíveis encaixes errados que possam que comprometam a segurança do usuário ou do produto.



**FIGURA 3.16:** Exemplo de design restritivo - Novo Plugue Brasileiro. Fonte: LABELO-PUC-RS



Para impedir violações do sistema e ou suas conseqüências., deve-se empregar poka-yokes que imponham barreiras físicas aos usuários, prevenindo o contato com as fontes de perigo potencial (SOARES. BUCICH, 2000). Este tipo de poka-yoke é também chamado de “design coercitivo” (NORMAN, 2006). Bons exemplos são os produtos dirigidos à segurança infantil. A Figura 3.17 a seguir apresenta um dispositivo que impede crianças de ter acessos a situações de risco.



**FIGURA 3.17: Exemplo de design coercitivo - Produtos para a segurança infantil. Fonte: [www.safebeginnings.com](http://www.safebeginnings.com)**

Poka-yokes são incorporados aos produtos como garantia de padrões de qualidade, proteção ao usuário e proteção ao próprio produto. Um exemplo são os no-breaks e filtros de linhas. Os no-breaks são sistemas que na ausência de eletricidade acionam imediatamente uma bateria garantindo o funcionamento do sistema, protegendo o produto contra possíveis picos de energia que possam afetá-lo. Os filtros de linha possuem fusíveis que queimam durante os picos significativos de energia, impedindo, portanto, a passagem de corrente elétrica para dentro dos aparelhos eletro-eletrônicos.

No dia-a-dia poka-yokes são úteis na prevenção e eliminação de erros banais nas interfaces de produtos, sistemas e serviços, oferecendo maior grau de liberdade de ação ao usuário, eliminando a necessidade de atenção a pequenos detalhes do processo. Por sua simplicidade baixo custo de implementação, a incorporação de poka-yokes em produtos pode ser uma estratégia para o design para a confiabilidade e para a sustentabilidade.



### 3.8 Discussão

Poka-yokes são dispositivos idealizados por Shingo (1986), primeiramente para a proteção da produção industrial. Entretanto, conforme os dados apresentados nesta seção, o conceito é, atualmente, bastante utilizado para a prevenção e mitigação de erros em produtos.

Características, como simplicidade, intuitividade e baixo custo de implementação bem como a eficiência nos resultados, fazem com que estes dispositivos possam ser uma alternativa plausível de ser utilizada para a prevenção e mitigação de erros nos processos de montagem e montagem de móveis populares. Ao se pensar em poka-yoke como ferramenta para prevenção e eliminação de erros, é necessário compreender o *complexo* no sistema, procurando mapear, prever e determinar, dentro do possível, as relações que *podem* ser protegidas. Desta forma, este trabalho busca oferecer uma visão sistêmica do erro humano, utilizando-se das inúmeras classificações de erros humanos oferecidas pela literatura.

## 4 Método de Pesquisa

### 4.1 Caracterização do Problema e Seleção do Método de Pesquisa

Esta dissertação traça relações entre a aplicação de mecanismos poka-yoke no projeto de móveis e a extensão do ciclo de vida destes produtos, com o objetivo de gerar diretrizes para a utilização destes dispositivos no Setor do Mobiliário e auxiliar futuros estudos e projetos de mobiliário popular.

Não foram identificadas, na revisão de literatura, pesquisas produzidas no Brasil com este enfoque. Identificaram-se pesquisas que utilizam poka-yoke no projeto do ciclo de vida do produto, realizadas pelo MML - Manufacturing Modeling Laboratory do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Design da Universidade de Stanford – Califórnia – EUA. Porém, estas pesquisas não possuíam o mesmo escopo proposto neste trabalho, particularmente no que tange à utilização de poka-yoke como forma de garantir a integridade do produto durante a fase de uso do seu ciclo de vida. As pesquisas de Stanford, se relacionavam à utilização de mecanismos poka-yoke como forma de facilitar a desmontagem e separação dos materiais para reciclagem ou recuperação energética, no final do ciclo de vida do produto.

Isto posto, o estudo é de natureza exploratória. Conforme Aaker et al. (2001, p. 94), “a pesquisa exploratória é usada quando se busca um entendimento sobre a natureza geral de um problema, as possíveis hipóteses alternativas e as variáveis relevantes que precisam ser consideradas”.

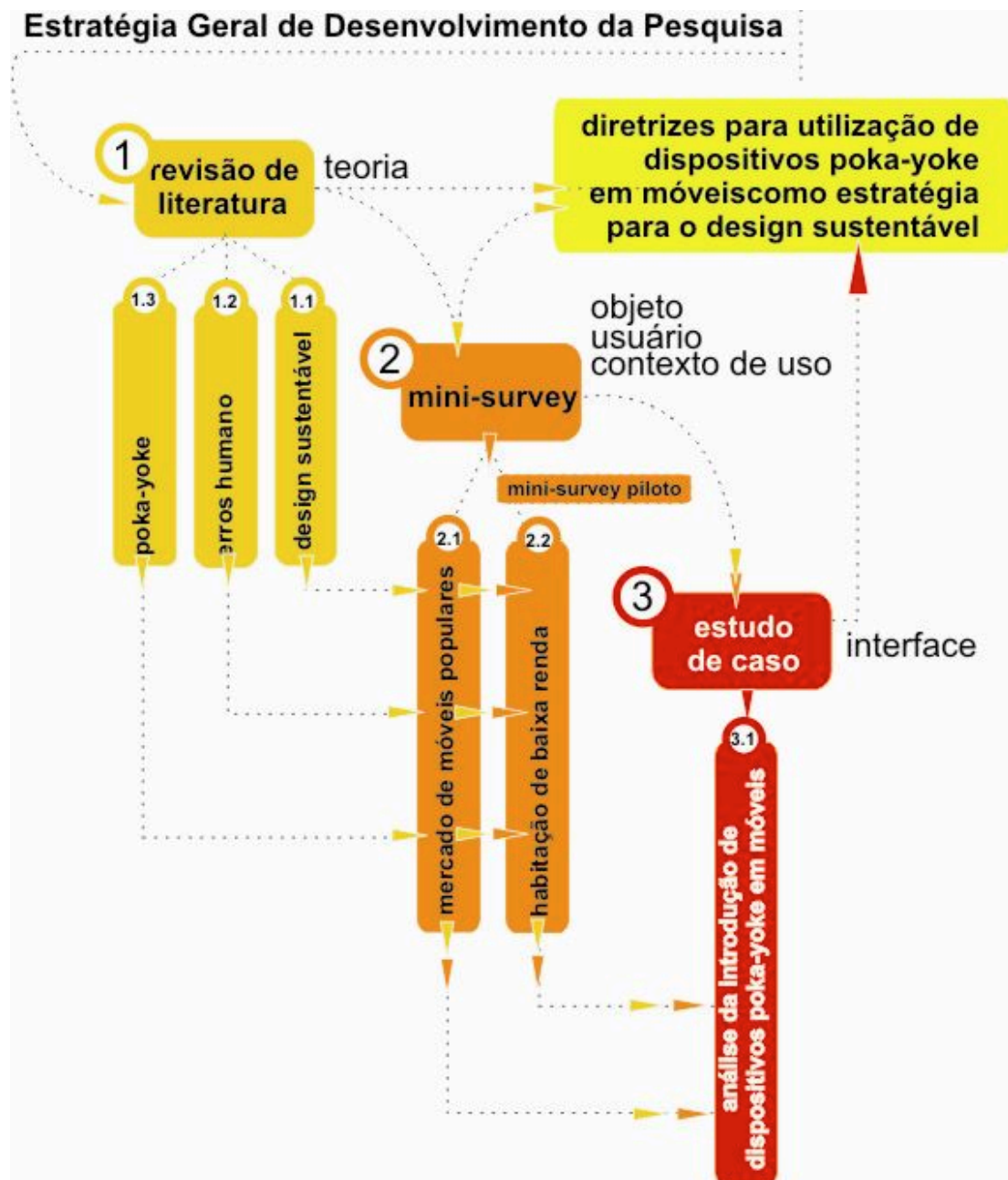
Como método de pesquisa principal utiliza-se o Estudo de Caso, pois, a questão a ser respondida é do tipo “como”, trabalhada sobre um conjunto contemporâneo de acontecimentos, sobre os quais não se tem controle (YIN, 2001). Para apoiar o direcionamento das atividades no estudo de caso o estudo apóia-se em mini-surveys realizadas em lojas de móveis e, também, no interior de habitações de interesse social.

## 4.2 Estratégia Geral de Desenvolvimento

### 4.2.1 Visão Geral

O estudo foi desenvolvido em quatro fases: revisão bibliográfica, mini-survey em lojas de móveis, mini-survey em habitações de interesse social e, finalmente, estudo de caso. A Figura 3.1 mostra a visão geral da estratégia de desenvolvimento da pesquisa ao longo desta quatro etapas:

FIGURA 4.1: Visão Geral das Estratégias de Pesquisa



Na primeira fase (revisão bibliográfica) foi abordado as estratégias do design sustentável, erros humanos e mecanismos poka-yoke, servindo como suporte para analisar o produto, usuário, contexto de uso e interface nas fases subsequentes, além de prover a estrutura teórica que possibilitou a proposição das diretrizes resultantes da dissertação. As duas fases subsequentes envolveram a realização de mini-surveys

A **primeira Mini-Survey**, feita em lojas de móveis populares, teve como propósito, **conhecer as formas de montagem e desmontagem dos móveis ofertados pelo mercado**, analisar o emprego de estratégias do design sustentável nos projetos dos móveis populares, o grau de complexidade técnica e estrutural destes produtos. Também, verificar a existência de fatores indutores do erro humano, relacionados ao processo de montagem/desmontagem e observar a existência de mecanismos à prova de erros incorporados ao produto.

A **segunda Mini-Survey**, realizada em um conjunto habitacional popular, tem como propósito, coletar dados sobre os **móveis populares e seu contexto de uso**. Para a condução desta segunda Mini-Survey, realizou-se uma **Mini-Survey Piloto**, como forma de testar o protocolo de coleta de dados e efetuar neste, as alterações necessárias.

As informações obtidas com a primeira e segunda Mini-Surveys, possibilitam a geração de um panorama entre que é projetado como mobiliário para a população de baixa renda e o uso deste mobiliário dentro das habitações populares.

O estudo de caso foi desenvolvido com vistas a avaliar a integração dos mecanismos poka-yoke no processo de projeto, com vistas a contribuir na redução ou eliminação dos erros humanos.

As seções seguintes descrevem em maiores detalhes cada uma destas etapas.

#### 4.2.2 Revisão de Literatura

A revisão de literatura é importante para conhecer do estado da arte das áreas que compõem a pesquisa e oferecer a base teórica para desenvolvimento do estudo de caso (YIN, 2001). Neste sentido, neste estudo, busca-se referências teóricas em **design sustentável, erros humanos e poka-yoke** como especificado a seguir:

- **Design sustentável:** esta revisão trata do conceito e definição do desenvolvimento sustentável, desenvolvimento da sustentabilidade no design e procura identificar abordagens, estratégias e linhas-guias desenvolvidas para auxiliar o designer no desenvolvimento de produtos e sistemas sustentáveis. Em seguida, a revisão tem o foco maior, as estratégias relativas ao desenvolvimento de mobiliário e design sócio-ético. Devido ao Design Sustentável ser uma estratégia em construção, as fontes utilizadas para esta pesquisa são publicações recentes. Entre elas, relatórios, livros, declarações e guias, gerados por órgãos internacionais como **ONU, UNEP, UNESCO, EMUDE, UN-Habitat, ISO** e por centros de excelência em pesquisa em design, como o **Instituto Politécnico di Milano, ICSID – International Council of Society in Industrial Design, Center for Design at RMIT, Melbourne**. Journals nacionais e internacionais, são importantes fontes de materiais teóricos para este tópico, podendo-se destacar: **Design Issues, Design Studies, Journal on Sustainable Design, International Journal of Social Economics e Design em Foco**. Além de journals, utiliza-se também, publicações em anais de congressos e conferências, nacionais e internacionais na área, entre os quais: **SCORE!-Sustainable Consumption Research Exchange Conference, ISSD- International Symposium on Sustainable Design, P&D-Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Design e Materiais- Workshop Design e Materiais**.
  
- **Erro Humano:** é o tema abordado na segunda seção do capítulo de revisão de literatura e possui uma base teórica bastante consolidada e formada por pesquisas em áreas multi-disciplinares, como ergonomia, psicologia, psicologia cognitiva, engenharia da produção e medicina. O objetivo desta revisão é definir erro humano e diferenciá-lo de acidentes. Em seguida, descrever taxonomias, tipos e categorias de erros humanos, propostas por ergonomistas, psicólogos e engenheiros de produção. Para compor a estrutura desta seção, toma-se como referência: Norman (1993, 2006), Reason (1997), Sanders e McCormick (1997), Rasmussen (1988) Hinckley (1997), Stantos e Barber (1997). A revisão conta ainda, com artigos em Journals como **Sloan Management Journal, Journal of Knowledge Management Practice, British Journal of Anaesthesia**. Um texto importante para esta seção é **“The Re-Invention of Human Error”** de Sidney Bekker, por oferecer a visão sistêmica do erro adotada nesta dissertação.

- **Poka-yoke:** com o objetivo de definir poka-yoke, suas taxonomias e funções e métodos, utilizou-se como autor principal Shingo (1988). Esta revisão é complementada com pesquisa em livros e journals de gestão da produção e engenharia da produção como: **Production and Inventory Management Journal, Total Quality Management, Production and Operation Management Journal, Journal of Operational Research Society**, com a finalidade de compor uma visão mais abrangente sobre as atuais aplicações de poka-yoke e direcioná-la para o foco da pesquisa: incorporação de poka-yokes ao design de móveis populares para promover a extensão do ciclo de vida.

### 4.3 Protocolo de Coleta de Dados – Mini-Surveys

#### 4.3.1 Visão Geral

Dentre as formas de condução de Surveys, propostas por Robson (2006), opta-se, neste estudo, pela entrevista face-à-face, pois, a característica dos dados a serem coletados, em ambas Mini-Surveys, prescinde da observação *in loco* dos produtos e seus contextos.

Como instrumentos para a coleta de dados, utilizou-se o questionário semi-estruturado para entrevista e roteiro para observação. Ambos foram apoiados pela captação de imagem (vídeo e fotografia) e som (gravação de áudio), cuja permissão para utilização, com fins acadêmicos, foi concedida, pelos entrevistados, através do preenchimento de um documento de Autorização de Uso de Imagem e Som (Apêndice 1). As especificidade dos protocolos de cada mini-survey, são apontadas abaixo.

#### 4.3.2 Mini-Survey 1 – Lojas de Móveis

A primeira Mini-Survey é realizada junto a cinco estabelecimentos comerciais de móveis populares. Os critérios empregados para a seleção das lojas foram: público alvo - população de baixa renda, tipologia dos produtos ofertados - móveis populares, importância para o mercado local - capacidade para oferecer crédito aos consumidores para compra de produtos. A oferta de crédito, segundo Data Popular (2007), é a responsável pelo crescimento da venda de móveis populares no Brasil. Para a seleção dos móveis, utiliza-se como critério: o potencial do produto ser usado como divisórias entre ambientes nas habitações de interesse social.

A construção dos instrumentos de coleta de dados, para esta Mini-Survey, fundamenta-se na revisão de literatura, conforme Figura 3.2, que mostra como os conhecimentos de cada um dos três temas, revisados na teoria, foram empregados como base para a Mini-Survey 1 auxiliando a construção do protocolo de coleta de dados.

FIGURA 4.2: Detalhe da Estratégia de Pesquisa - Mini-Survey 1



A caracterização dos móveis em cada loja seguiu um **roteiro de observação MS1** (mini-survey 1), que encontra-se no Apêndice 2, direcionado aos materiais, fixações, processos de montagem/desmontagem, necessidade de montador profissional, orientações gráficas aplicadas ao produto e externas a este, como manual de montagem. Além disto foi observada a existência ou não, de dispositivos à prova de erros (poka-yokes), que pudessem auxiliar a montagem/desmontagem ou limpeza e segurança do produto.

Para coleta de informações não passíveis de observação direta (ex: inclusão do custo do serviço de montagem especializada no preço final do produto), construiu-se um **questionário**, orientado aos representantes das lojas (vendedores, gerentes), para obter informações sobre a postura institucional em relação à montagem, nas residências dos consumidores, dos móveis vendidos pela loja (Apêndice 3).



### 4.3.3 Mini-Survey 2 – Habitações Populares

A segunda Mini-Survey é realizada em um conjunto de moradias populares. O critério de seleção deste conjunto foi a renda familiar de até três salários mínimos mensais. Outro critério utilizado foi o tamanho da habitação, que não deve ultrapassar 50m<sup>2</sup>. Para a seleção da amostra também foi observado a variabilidade de estruturas familiares, buscando contemplar arranjos familiares diversos e, por consequência, necessidades diversas quanto ao ambiente construído.

A construção dos instrumentos de coleta de dados para esta Mini-Survey, fundamenta-se na revisão de literatura e também nos dados advindos da primeira Mini-Survey, conforme apresenta a Figura 4.3. Além disto, antecedendo a Mini-Survey 2 foi realizado uma **Mini-Survey Piloto**, realizada sob os mesmos critérios, em uma residência selecionada aleatoriamente, do mesmo conjunto habitacional no qual foi conduzida a Mini-Survey. Esta conduta, sugerida por Robson (2006), possibilita a adaptação do protocolo, em relação ao conteúdo, linguagem e tempo à necessidades da pesquisa.

FIGURA 4.3: Detalhe da Estratégia de Pesquisa - Mini-Survey 2



Conforme apresenta a Figura 3.3, o objetivo desta Mini-Survey é analisar a **fase de uso do ciclo de vida do móvel popular**, assim como os problemas ocorrem nesta



fase, que podem encurtar a vida útil deste produto. Isto inclui analisar os erros humanos e violações dos processos de montagem e desmontagem ocorridos, bem como os fatores do contexto de uso que podem induzir ao erro/violação e conseqüente dano ao produto.

Como técnica para a coleta de dados, utilizou-se a **entrevista semi-estruturada** (Apêndice 4.). Este tipo de entrevista obedece a uma estrutura que delinea a área a ser pesquisada, porém, oferece flexibilidade ao entrevistado e ao entrevistador de colocar questões e informações outras que as previstas. A estrutura da entrevista a ser aplicada contém os dados gerais da família: formação, rendimento mensal, graus de escolaridade e questões pertinentes ao mobiliário: procedência, tempo de uso, usabilidade, possíveis montagens e desmontagens, erros, reestruturações, danos físicos e suas causas.

Para os dados não passíveis de serem obtidos com a entrevista, utilizou-se a técnica de **observação direta**, através da qual buscou-se, *in loco*, dados sobre o estado físico do mobiliário, danos aparentes, aspectos técnicos, estéticos e funcionais. Para isto desenvolveu-se um **roteiro de observação MS2** (mini-survey 2) (APÊNDICE 5) com base nos aspectos apresentados pela literatura e pelo aspectos observados na primeira Mini-Survey.

Para corroborar as anotações e permitir a validação interna das observações diretas, utilizou-se **registro de imagens** (fotografia e filmagem) e **registro de áudio**, tanto junto a filmagem, quando por gravadores externos de áudio. Ambas as técnicas, sugeridas por Preece et al (2004) permitem a recuperação de dados visuais e de falas importantes à pesquisa e, portanto, a revisão do próprio conteúdo da análise.

#### 4.3.4 Análise

A análise destas mini-surveys foi conduzida de forma separada. Para a primeira mini-survey (produtos disponíveis no mercado) o foco foi a caracterização do perfil do mobiliário disponível no mercado e a identificação de eventuais mecanismos poka-yoke.

Para a caracterização do mobiliário foi observada a **estrutura** do móvel dividida em: **lateral, teto, divisória, base e fundo**. Além da estrutura, observou-se também, as peças denominadas funcionais: portas, gavetas e prateleiras. Outros

componentes, como **varões, molduras, frisos**, denominaram-se **detalhes ou acessórios**.

Através do Roteiro de Observação MS<sub>1</sub> (APENDICE 2), foram listadas as matérias-primas utilizadas na confecção do produto, classificando-as entre matéria-prima de base madeireira (MDF, OSB, Aglomerado, Compensado, HardBoard, madeira maciça) e outros materiais (vidro, plástico, metal). Estes dados foram importantes para a pesquisa, pois a durabilidade do móvel é projetada sobre a durabilidade dos materiais com os quais é fabricado. O material também tem influência sobre as escolhas dos sistemas de fixação das peças, possíveis desgastes de encaixes e demandas por manutenções.

Além dos materiais, com o roteiro de observação MS<sub>1</sub> foram identificados os **acabamentos** empregados nos móveis. Os acabamentos cumprem a função de **proteção da matéria-prima**, assim como **função estética/cultural, cujas degradações e obsolescência podem levar ao descarte prematuro do produto**, conforme apontam Manzini e Vezzoli (2005). Os acabamentos aplicados nos móveis observados foram classificados em madeira natural, lâminas de madeira, fórmica, papel melamínico, laca, pintura, verniz e cera. Estes dados foram importantes para a pesquisa, pois o cada qual possui propriedades físico/químico/mecânicas, que acrescentam ou reduzem o tempo de vida útil do produto.

Ainda utilizando o roteiro de observação MS<sub>1</sub>, foram verificados os tipos de sistemas fixação ou união utilizada nos produtos avaliados. Procurou-se observar e classificar os sistemas de fixação como removíveis, semi-removíveis e permanentes. A junção removível é aquela que possibilita a separação das partes através de entalhes na própria peça (encaixes) ou através de componentes externos, totalmente removíveis do produto no momento da desmontagem.

As junções semi-removíveis são aquelas que permitem a separação das partes, mas que, porém, nem sempre o componente de união pode ser extraído do produto na desmontagem (buchas e insertos). A junção permanente é aquela que não possibilita a separação das partes para desmontagem (prego, grampo, cola).

Estes dados foram grande relevância para esta pesquisa, pois indicaram o grau de desmontabilidade e remotabilidade do móvel. Estes sistemas contribuem para a

complexidade e o tempo necessário para execução dos processos de montagem e desmontagem do móvel. Um grau elevado de complexidade relaciona-se com probabilidade de ocorrência dos erros humanos que causam danos ao produto.

A observação direta envolveu também a busca por **elementos visuais de apoio ao processo de montagem**, seja com foco no montador, seja com foco no usuário final (orientações, alertas, instrução de montagem). Também buscou-se a existência de **poka-yokes** (dispositivos à prova de erros) integrados ao mobiliário, que auxiliassem no processo de montagem e desmontagem, evitando erros e colaborando para integridade física do móvel.

Outro dado importante foi à oferta de profissionais de montagem pelo mercado de móveis populares, obtido pelo questionário (APÊNDICE 3). Este dado foi analisado frente às necessidades reais da população observadas durante a mini-survey 2.

Para todos os itens acima citados, a intenção da pesquisa, não era traçar um perfil peça à peça, mas sim criar um panorama geral como forma de conhecer o emprego destes itens pelas indústrias, nos produtos direcionados à baixa renda. Tal caracterização é utilizada nas fases seguintes da pesquisa quando da identificação de lacunas e inconsistências do design de mobiliário voltado à população de baixa renda.

**A análise da mini-survey 2** (habitações de interesse social) procurou caracterizar o mobiliário em seu contexto uso, apontando os fatores indutores do erro humano mais frequentes.

Conduziu-se a mini-survey 2 em uma amostra composta por dez casas do Loteamento Sambaqui, utilizando como instrumentos de coleta de dados, entrevista semi-estruturada e roteiro de observação MS2, instrumentos apresentados nos Apêndices 4 e 5.

A entrevista semi-estruturada (APÊNDICE 4) coletou dados sobre o respondente (titular), composição familiar, renda, escolaridade e residência promovendo uma caracterização das famílias da amostra. Em seguida, a entrevista semi-estruturada possibilitou coletar dados sobre o histórico do mobiliário da casa, como origem, tempo com a família e montagens e desmontagens sofridas.

Além disto, a entrevista, juntamente com gravação de áudio, coletou dados sobre as atividades de montagem e desmontagem realizadas pelo respondente. Foram importantes as aberturas oferecidas pela estrutura da entrevista, que permitiram aos entrevistados expressarem opiniões, impressões, sentimentos, facilidades e dificuldades na execução deste tipo de atividade. Da mesma forma foram coletados dados objetivos e subjetivos sobre a confiabilidade e segurança dos móveis.

A entrevista e o roteiro de observação MS2 (APÊNDICE 5) possibilitaram a caracterização do mobiliário existente nas moradias, classificando-o por tipologia, empregando a mesma definição para as partes dos móveis, utilizada na seção de Resultados da Mini-Survey 1:

- **Estrutura básica:**
  - | *Guarda-roupas, armários, racks, estantes*: lateral, teto, divisória, base e fundo.
  - | *Camas*: travessa, estrado, pés e cabeceira
  - | *Cadeiras, bancos e mesas*: tampo, assento, perna e pé
- **Peças funcionais**: portas, gavetas, prateleiras e encosto.
- **Detalhes ou acessórios**: varões, molduras, frisos.

Com o roteiro de observação MS2, foram caracterizados os tipos de materiais e tipos de fixação dos móveis da amostra, empregando a mesma nomenclatura utilizada na mini-survey 1. Ambos as caracterizações foram feitas de forma qualitativa, buscando, traçar uma **visão geral dos tipos de materiais e dos tipos de junção**. Os materiais foram relacionados aos danos observados e as junções à desmontabilidade / montabilidade, flexibilidade e adaptabilidade deste mobiliário.

Os tipos de danos ao mobiliário foram coletados com o emprego do roteiro de observação MS2 e captura de imagens. Para a análise, os tipos de danos foram agrupados em três categorias, com base nas principais razões que levam a eliminação de um produto, apresentadas no Capítulo 2, propostas por Manzini e Vezzoli (2005, p.182).

Desta forma os danos puderam classificados como: **estruturais, funcionais e de superfície/estéticos**, obedecendo aos seguintes critérios: função que a peça danificada exerce no conjunto, grau de importância do dano para uma possível eliminação do produto.

Por **danos à superfície e/ou estéticos**, entenderam-se aqueles que afetam a superfície do móvel, seu acabamento ou cobertura, como riscos, furos, manchas, descascamentos, aplicação de adesivos e ausência de acabamentos.

Por **danos funcionais**, entenderam-se aqueles que afetavam peças não essenciais à estrutura básica do móvel, ou seja, cuja ausência não resultava obrigatoriamente na eliminação do conjunto. As peças em questão, porém, afetavam a usabilidade do produto, reduzindo suas funções, como portas, prateleiras, gavetas, calceiro, cabideiro, divisões internas, junções, puxadores, fechos.

Por **danos estruturais**, entenderam-se aqueles que afetavam partes do mobiliário sem as quais, teoricamente, não existiriam as condições para uso nas funções programadas. São estas peças que dão a forma ao móvel e cuja existência é fundamental, tanto para o todo, quanto para a fixação das partes e componentes. Nesta classe puderam-se incluir laterais, teto e base (chão do móvel).

Estes danos foram relacionados aos tipos de materiais e fixações empregados nos móveis e comparados àqueles ofertados pelo mercado de móveis populares. Com base nos danos verificados *in loco* e nos resultados das entrevistas pôde-se elaborar também, uma análise dos erros humanos freqüentes no processo de montagem e desmontagem dos móveis seguindo a classificação de Reason (1998). Foram identificados erros e violações dos tipos ativos ou latentes.

Também com base na entrevista, roteiro de observação e captura de imagem e som pode-se traçar um panorama dos fatores que induzem ou contribuem para os erros humanos nos processos de montagem e desmontagem. Esta análise deverá contribuir na fase subsequente da pesquisa (estudo de caso) a priorização das classes de poka-yoke mais pertinentes ao projeto do móvel.

## 4.4 Protocolo de Coleta de Dados - Estudo de Caso

### 4.4.1 Critérios para Seleção do Conceito e Confecção do Protótipo

O principal critério de seleção do estudo de caso foi que o mesmo trata-se do desenvolvimento de mobiliário para a habitação de interesse social. Para a conceitualização deste móvel, cujo projeto deveria seguir algumas das estratégias

do design sustentável pertinentes aos mecanismos poka-yoke, tomou-se por critérios principais: a **participação do usuário final** no processo de montagem, a **multi-funcionalidade**, a **complexidade** resultante do número de peças, componentes e tamanho final do produto.

Uma das delimitações para a análise da interface usuário-produto nesta dissertação é que, pela natureza dos dados a serem coletados, o produto deveria estar na fase de protótipo e em escala 1:1, pois somente nestas condições pode-se verificar a incidência de fatores indutores do erro humano em todos os níveis de complexidade.

#### 4.4.2 Estratégia de Desenvolvimento

Na estratégia geral desta pesquisa, o **Estudo de Caso** tem como propósito a análise de diretrizes pertinentes à fase do projeto que trata do estudo da **interação 'produto-usuário final'**, em ambiente controlado e ainda na fase de protótipo. Tem por finalidade, apontar os erros que ocorrem no processo de montagem e desmontagem, que podem acarretar danos ao produto, com consequências negativas à sua durabilidade. A realização do Estudo de Caso demanda o projeto e confecção de um protótipo de um móvel, no qual são inseridos poka-yokes (produto), seleção de avaliadores (usuário) e preparação do ambiente do teste (contexto).

O protocolo de coleta de dados para o Estudo de Caso é uma adaptação de Métodos da Ergonomia para Identificação de Erros na interface usuário final-produto. Como existem diversos métodos para a identificação de erros (STANTON; BARBER, 2002), para a seleção do conjunto de métodos, utiliza-se como critério de seleção as seguintes variáveis: características dos dados (erros, tempo, usabilidade e design), características da análise (funcional, estrutural, cenário de uso), o tipo da interface, do ciclo do processo de design do produto (conceito, desenvolvimento técnico, protótipo, produto final), tempo para obtenção e para análise dos dados (muito, algum, pouco tempo) e as características dos avaliadores (especialistas, usuários finais) (STANTON; YOUNG, 1993).

Para a presente pesquisa as técnicas de coleta de dados foram organizadas em dois grupos, tendo como objetivo final a identificação dos poka-yokes pertinentes ao mobiliário em lide:

- Identificação dos fatores indutores do erro humano:
  - **Questionário de Familiaridade Tecnológica** (APÊNDICE 6): constitui-se em uma ferramenta que permite o acesso às habilidades do usuário e sua percepção do produto. Desta maneira, auxilia o pesquisador a compreender o comportamento do usuário frente ao produto. Neste estudo, o questionário, apresentado no Apêndice 6, permite coletar dados sobre o repertório de conhecimentos do aplicador (STANTON; YOUNG, 1999), grau de instrução, conhecimentos de ferramentas e experiência em processos de montagem/desmontagem. Estes dados auxiliam na interpretação dos fatores cognitivos e culturais, que podem interferir no processo de montagem/desmontagem e contribuir para a ocorrência de erros.
  - **Árvore do processo/operações:** utilizou-se técnica análoga à HTA – Hierarquia da Análise da Tarefa, também denominada Descrição da Tarefa, na qual todas as ações humanas no processo são hierarquizadas (STANTON; YOUNG, 1999). Desta forma, primeiramente foram descritos os fluxos dos materiais na montagem, em um diagrama do processo de união da partes, ou seja entrada de materiais no conjunto. A seguir foram hierarquizadas as ações humanas para montagem.
  - **Entrevista pós-processo:** esta técnica pode revelar aspectos como, pensamentos, sensações, desconfortos, aspectos cognitivos, dentre outros. É uma técnica já consolidada e documentada na literatura e cujas formas são: entrevista estruturada, semi-estruturada e livre (ROBSON, 2006). Nesta pesquisa é aplicada a forma semi-estruturada de entrevista, devido à natureza qualitativa dos dados a serem coletados. A entrevista, a ser aplicada aos avaliadores após a conclusão dos processos de montagem e desmontagem do protótipo, segue uma sequência que busca informações sobre os aspectos fisiológicos, ambientais, cognitivos, psicológicos, sociais, culturais e instrumentais que podem ter influência nos erros ocorridos nos processos de montagem e desmontagem (APÊNDICE 7).

- Identificação dos erros humanos:
  - **Observação Direta:** a observação direta, ou seja, com o observador na cena da ação (ROBSON, 2006) necessita também de um roteiro que guie o pesquisador para os pontos relevantes, assim como procedimentos em eventuais problemas no processo a ser observado. Constrói-se um roteiro de observação, com base nas HTA's e nos Diagramas dos Processos. Neste roteiro abre-se espaço para anotações do observador sobre os momentos de pontuação de fatores indutores do erro, que ocorrem durante o processo. Lista-se também, os procedimentos padrões do pesquisador mediante aos problemas no momento da observação. O **roteiro de observação EC (estudo de caso)** é apresentado no Apêndice 8.
  - **Registro de Imagens:** a captação de imagens em vídeo é uma ferramenta eficaz em teste de usabilidade (PREECE; ROGER; SHARP, 2004), pois o registro da ação possibilita uma análise mais completa da interação. Em um processo complexo e longo, onde fluxos de materiais e pessoas se fundem, a filmagem é bastante eficaz para captar aspectos não passíveis de serem observados simultaneamente pelo pesquisador (PREECE; ROGER; SHARP, 2004). A filmagem também possibilita a recuperação da informação posteriormente, para análise. Para a elaboração de plano de filmagem, utilizam-se como critérios: o ambiente (espaço físico, iluminação, posicionamento do objeto e avaliador), o tipo dos dados a serem coletados, interferências da presença de câmeras, tanto na movimentação no espaço físico, quanto nas condições psicológicas e cognitivas do avaliador. A estrutura do plano de filmagem utilizado nesta pesquisa encontra-se no APÊNDICE 9. A fotografia, outra forma de captação de imagens, utilizada nesta pesquisa, permite registrar situações que fora do foco da câmera filmadora e pontuar imagens de ações, configurações e etapas relevantes do processo, tornando mais imediato o acesso às informações importantes para a análise. Portanto, para o registro fotográfico, utilizou-se a forma livre (sem tripé), com o acompanhamento a ação dos avaliadores e evolução do processo.



#### 4.4.3 Critério de Seleção dos Moradores de Habitação de Interesse Social para Teste do Mobiliário

Para a avaliação do protótipo, preconizou-se a seleção de uma amostra de pessoas representantes do público alvo, utilizando como critério de seleção a renda familiar mensal de até três salários mínimos. Esta condição permite a análise de fatores sócio-culturais que podem influenciar a ocorrência de erros na montagem e desmontagem do móvel.

A configuração da amostra seguiu os padrões propostos pela Ergonomia, para análise da usabilidade de um produto. Segundo Cybis et al (2007); Magary (2001) e Nielsen (1993a, p.224), o número necessário de avaliadores para teste de usabilidade é de 6 a 10 usuários, sendo que, utilizando-se cinco avaliadores pode-se encontrar 75% dos problemas de usabilidade de um produto. Este número cresce para 90% ao se utilizar 15 avaliadores e se mantém estável a partir deste ponto (NIELSEN; LAUNDER, 1993b). Nesta fase do estudo, portanto, a amostra utilizada foi de **dez avaliadores**, o que segundo Nielsen e Landauer (1993b) pode abranger **80% do número de problemas de usabilidade do produto**.

#### 4.4.4 Preparação do Ambiente para os Testes

Segundo aponta a literatura, diversos fatores indutores do erro humano, podem estar relacionados ao contexto físico/ ambiental. Portanto, para a análise da interface usuário final-produto, prevê-se a preparação de um ambiente que oferecesse condições similares às observadas em campo. Como critério para a seleção do ambiente, toma-se por base as características das casas populares visitadas durante a Mini-Survey 2, entre elas, a área total não superior a 50m<sup>2</sup> e a configuração interna similar em número de peças: 2 quartos, sala com cozinha e banheiro.

#### 4.4.5 Estratégia de Análise do Estudo de Caso

Neste estudo de caso a análise focou na identificação dos erros ocorridos e sua relação com os fatores indutores e contribuintes dos erros. Os dados das entrevistas e questionário foram triangulados com os registros de imagem e observação direta, permitindo o aumento da validade interna das conclusões quanto aos fatores que levaram à ocorrência de erros. A análise dos erros levou em conta a classificação proposta por Reason (2002) bem como as classes de poka-yoke propostas por Shingo (1988).

Para a coleta de dados sobre os erros no processo, utilizou-se roteiro de observação EC (APÊNDICE 6), captação de imagens fotográficas e de vídeo (APÊNDICE 9) e captação de áudio. A observação direta obedeceu a procedimentos pré-definidos, segundo os quais, o observador não poderia interferir ou participar nas atividades de montagem e desmontagem. Somente após a constatação de estagnação do processo por um prazo igual ou superior a 10 minutos, seria permitido o auxílio do observador, pontuando no roteiro o ponto de interferência. O processo seria interrompido em caso de risco eminente ao avaliador e/ou produto.

Os avaliadores, separados em duplas tinham como atividade principal **montar ou desmontar o protótipo**. Estas atividades foram realizadas por grupos diversos, pois conforme apontaram os dados da Mini-Survey 3, as famílias, quando ‘ganham’ ou ‘encontram’ um móvel, realizam tanto desmontagem, como montagem sem que haja nenhum conhecimento prévio do produto. Desta forma, ao solicitar a grupos diversos que realizassem os processos inversos, pode-se coletar dados sobre erros ocorridos também por falta de familiaridade com o produto.

Assim, ao entrarem no ambiente do teste, cada dupla de avaliadores recebeu as instruções sobre qual das atividades deveria desempenhar e sobre o desenvolvimento desta atividade, sendo alertado que o observador, não responderia a perguntas após iniciado o processo.

Foi solicitado à cada equipe que verbalizasse dúvidas, sensações (desconforto, medo, insatisfação), dificuldades, facilidades e outros, durante toda a atividade. Esta verbalização resulta em dados qualitativos importantes para análise dos erros ocorridos.

Terminada a atividade que o grupo desenvolveu, cada integrante respondeu a uma entrevista pós-processo (APÊNDICE 7), que teve por finalidade coletar dados sobre as condições fisiológicas, cognitivas, psicológicas de cada avaliador e aspectos culturais e ambientais, bem como suas impressões em relação ao produto e ao processo em si, que possam auxiliar na interpretação do sistema dos erros ocorridos na montagem ou desmontagem do protótipo.

A entrevista era semi-estruturada, com respostas diretas, do tipo sim ou não e com aberturas para relatos de dificuldades, sensações, facilidades, satisfação, insatisfação, dentre outros. Portanto, os dados coletados são qualitativa.

A primeira parte da entrevista buscou dados relativos à fisiologia dos avaliadores. Para formular as perguntas foi feito um check-list relacionando a Árvore de Processos e Operações e os aspectos físicos humanos que compõem o sistema de erros, apresentados no Capítulo 2: visão, audição, olfato, paladar, tato, membros e ossos. As partes subsequentes da entrevista coletaram dados sobre os aspectos cognitivos, instrumentais, ambientais e psicológicos e foram baseadas na revisão de literatura (capítulo 2) e nos resultados e análises da mini-survey 2. Foram utilizadas perguntas diretas, porém as respostas tem carácter subjetivo e foram comparadas com os resultados da observação na seção de análise.

Esta análise contribuiu para a seleção das classes de poka-yokes mais adequadas para serem integradas aos móveis destinados à atender às demandas da população de baixa renda.

## **4.5 Análise Geral**

A análise geral efetuou a triangulação entre os tipos de danos encontrados nas habitações populares, os tipos de erros encontrados no estudo de caso e o perfil dos móveis ofertados pelo mercado para esta população. São realizadas inferências sobre as implicações das eventuais inconsistências da oferta do mercado em relação às demandas da população de baixa renda quanto ao processo de montagem e desmontagem dos móveis. Com base nesta análise é proposto um conjunto de tópicos a serem considerados pela indústria do mobiliário no sentido de aumentar o desempenho ambiental dos móveis através da adoção de mecanismos poka-yoke.

## 5 Resultados e Análises

### 5.1 Contexto

A presente dissertação foi desenvolvida inserida dentro do Projeto “Kits faça-você-mesmo coordenados modularmente para cobertura e mobiliário-divisória de habitações de interesse social”, aprovado na “Chamada Pública MCT/FINEP/FNDCT/CAIXA - HABITARE - 01/2006, O objetivo principal do projeto era o desenvolvimento de metodologias para criação e desenvolvimento de “kits” para a habitação de interesse social, segundo os princípios da sustentabilidade. Esta dissertação trata da Meta Física 02 daquele projeto: “Kit faça-você-mesmo coordenado modularmente para divisórias de habitações de interesse social que tenha a função também de mobiliário, incluindo a embalagem”.

O “kit” de mobiliário-divisória tem como objetivo principal a concepção e desenvolvimento de um mobiliário (até a fase de protótipo funcional) coordenado modularmente, que integre, em um mesmo produto, a função de mobiliário e divisória entre ambientes, tendo como principal referencial de vedação acústica e luminística, uma parede interna de alvenaria. Este móvel deveria incorporar na sua concepção os princípios da sustentabilidade, nas dimensões econômica, ambiental e social, bem como, os princípios da ergonomia e usabilidade do produto. Deveria, também, ser passível de ser transportado e montado pelo usuário final, o que demandava a oferta de embalagens, ferramentas e informações, necessárias para a correta execução do processo.

Como forma de contribuir para a correta montagem/desmontagem do ‘kit’, a presente dissertação pesquisa sistemas à prova de erros, conhecidos como poka-yoke, de forma a integrá-los ao projeto do mobiliário-divisória, como dispositivos capazes de mitigar de erros humanos neste processo. Desta forma, as pesquisas realizadas para esta dissertação permearam o processo de design do mobiliário-divisória, conforme apresenta a Figura 4.1:

### 5.2 Mini-Survey 1- Lojas de Móveis Populares

#### 5.2.1 Caracterização da Amostra

Para o levantamento de dados sobre o mercado de móveis populares novos, na cidade de Curitiba, conduziu-se uma Mini-Survey, que preconizou a visita à cinco

estabelecimentos comerciais de grande porte. Localizadas na região central da cidade, as lojas pesquisadas ofereciam crédito para compras de móveis <sup>3</sup>, obedecendo o critério de seleção da amostra.

Empregaram-se dois instrumentos para a coleta de dados: roteiro de observação (APÊNDICE 2) e questionário (APÊNDICE 3). O roteiro serviu como orientação durante a observação direta e exploratória, dos produtos expostos para a venda. A observação direta teve por foco, três tipos de móveis: estante, balcão e guarda-roupa, por permitirem o uso como divisória de ambientes, de forma espontânea, pela população de baixa renda. Em cada loja observou-se um total de três balcões, três estantes e cinco guarda-roupas.

Os produtos analisados se encontravam montados e expostos nos ambientes das lojas. De cada produto, foram observados: materiais, acabamentos, sistemas de fixação e união. Observou-se também, a complexidades da estrutura, componentes e sistemas de montagem. O Quadro 5.1 abaixo resume a amostra analisada, apresentado a tipologia, especificidades, quantidade observada em cada subtipo, exemplo de configuração em forma de esboço, funções principais do produto e peças constituintes.

**QUADRO 5.1: Resumo da amostra de móveis analisada em lojas**

Tipologia	Qtd.	Ilustração	Função	Peças
<b>Guarda-roupa</b>  2 portas 4 portas 6 portas	04 10 11		guardar/organizar: roupas sapatos objetos	lateral base teto fundos porta divisórias gavetas prateleiras cabideiro calceiro sapateira espelho
<b>Estante</b>  fechada tipo rack	08 07		guardar/organizar: objetos apoiar eletroeletrônicos	lateral base teto fundos divisórias porta gavetas prateleiras
<b>Balcão</b>  sala de jantar	15		guardar/organizar: objetos utensílios	lateral base prateleiras divisórias fundos porta gavetas prateleiras

O questionário foi aplicado aos representantes responsáveis pelas lojas, em busca de informações qualitativas não passíveis de observação direta, como é o caso de informações em relação à montagem do móvel após a venda. O Quadro 5.2 abaixo relaciona a loja, o número de entrevistados e seu enquadramento funcional.

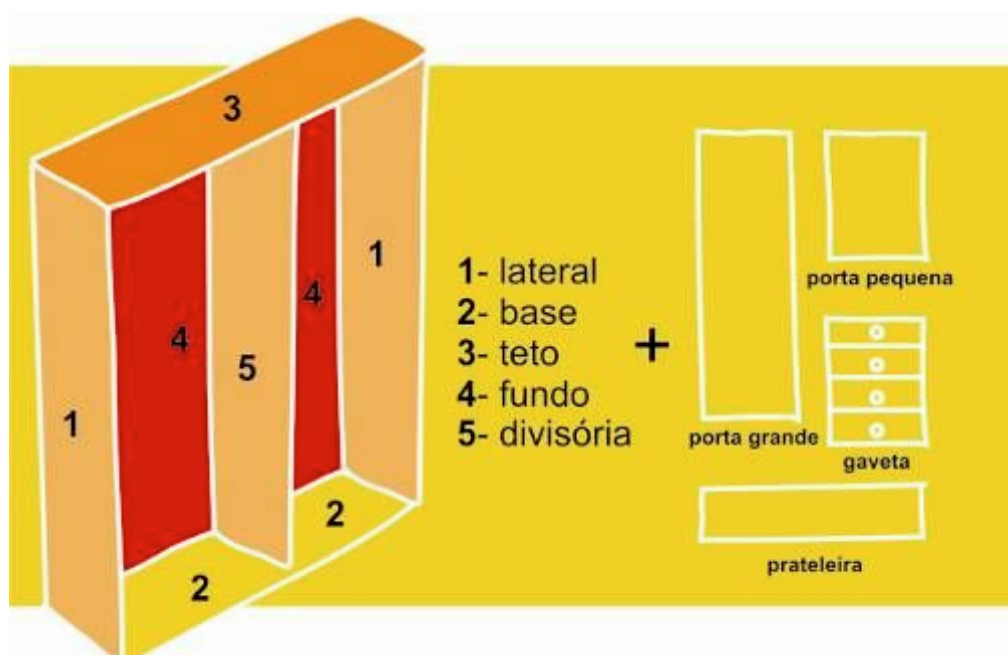
**QUADRO 5.2: Resumo da amostra dos entrevistados nas lojas de móveis**

Loja	nº de entrevistados	Enquadramento funcional
A	01	vendedor
B	01	diretor
C	01	vendedor
D	01	vendedor
E	01	vendedor

### 5.2.2 Resultados - Observação Direta

Para atender tanto a função de mobiliário, quanto de divisória, (em alinhamento com os objetivos de estudo de caso), os produtos analisados nas lojas, nas três tipologias e seus subtipos, prescindiam da existência de uma estrutura básica, representada na Figura 5.1.

**FIGURA 5.1: Estrutura básica do móvel.**

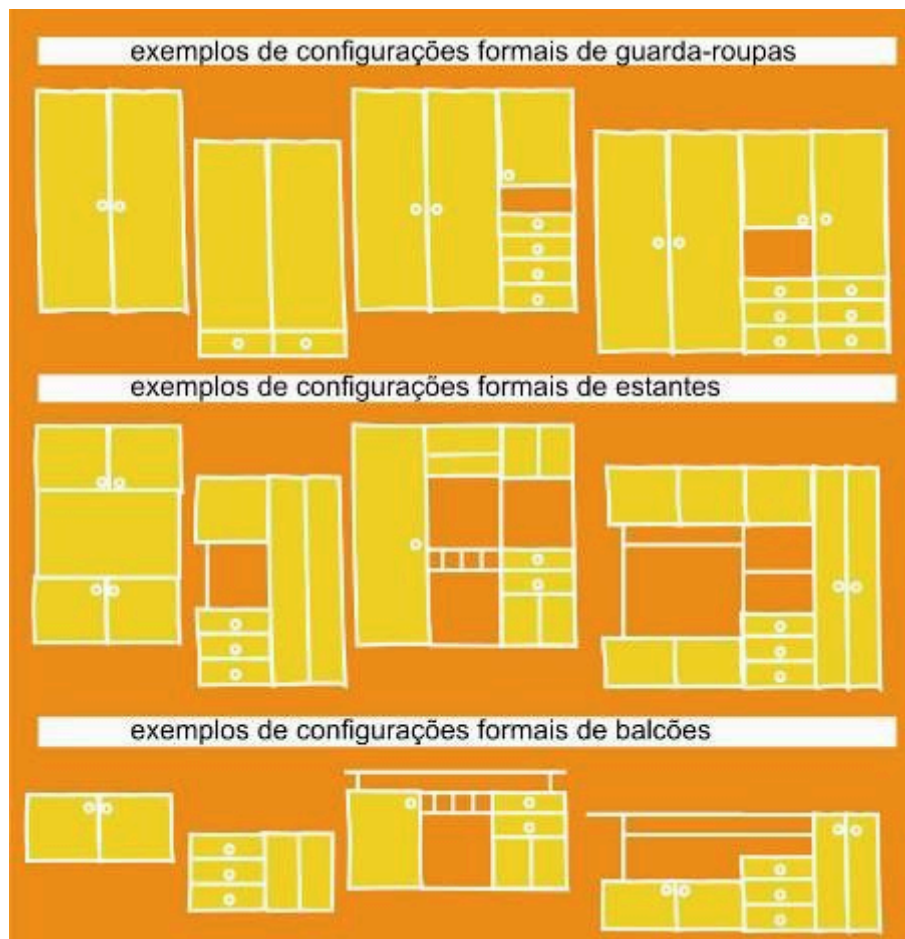


Esta **estrutura básica**, percebida em todos os móveis da amostra, pode ser dividida em: **lateral, teto, divisória, base e fundo**, peças chamadas estruturais. Além destas, observou-se também, em todos os cinquenta e cinco produtos observados, a existência de outras peças e elementos que contribuíam para a funcionalidade do

móvel. Entre estas estão: portas, gavetas e prateleiras, denominadas peças funcionais. Aos outros componentes, como **varões, molduras, frisos**, denominaram-se **detalhes ou acessórios**.

Observou-se que a variedade, quantidade e localização, de cada uma destas peças, dentro da estrutura básica, possibilitavam a geração de diversas configurações formais. Como nesta mini-survey, em 90% das lojas, não foi permitida a captação de imagens, utilizou-se das imagens de panfletos, ofertados pelas lojas com os destaques da semana, para criar esboços em um quadro de exemplo de configurações formais. Na Figura 5.2 a seguir tem-se a representação de algumas configurações possíveis resultado de combinações das peças acima citadas.

**FIGURA 5.2: Exemplos de configurações formais das tipologias analisadas**



Todos os móveis da amostra possuíam em comum a estrutura supracitada, com variação de quantidade e localização de peças funcionais. Os resultados da observação são apresentados abaixo, seguindo a tipologia analisada, apresentada

no Quadro 5.3: guarda-roupas, estantes e balcões, incluindo a incidência dos materiais pesquisados. Conforme mostra a Quadro 5.3, 88% da amostra de guarda-roupas utilizava o MDF como matéria-prima. O Hardboard foi observado em 96% do total da amostra, figurando como fundo dos guarda-roupas e das gavetas, enquanto a madeira de pinus foi encontrada em 4% da amostra. Dos materiais de base não madeireira, o vidro foi encontrado em 48% dos guarda-roupas, principalmente na forma de espelhos. O plástico, bem como o metal, estava presente em 100% da amostra, tanto como ferragens e acessórios.

Nas estantes, o quadro mostra que 80% do total observado empregava o MDF em sua confecção. O aglomerado apareceu em 20% da amostra e o Hardboard em 100% das unidades, elemento de fundo. Dos demais materiais, o vidro estava presente em 80% da amostra, figurando como porta e prateleira. Plástico e metal, ambos em 100% das estantes em detalhes e ferragens. Dos quinze balcões analisados, 73,33% apresentavam MDF em sua composição estrutural e 26,66%, apresentavam o aglomerado. Em 100% das peças foi observada a utilização de hardboard como fundo do móvel. O vidro estava presente em 53,33% das amostras, enquanto o plástico e o metal em 100% dos produtos, em detalhes e ferragens.

**QUADRO 5.3: Perfil do uso de materiais por tipologia**

Matéria-prima	Subtipo →	Guarda-roupas (25 un.)	Estantes (15 un.)	Balcões (15 un.)	Total (55 un.)
<b>madeireira</b>	MDF	22	12	11	45
	Aglomerado	02	03	04	09
	OSB	00	00	00	00
	HardBoard	24	15	15	54
	Compensado	00	00	00	00
	Pinus	01	00	00	01
<b>outras</b>	Vidro	12	12	08	32
	Plástico	25	15	15	55
	Metal	25	15	15	55

Outro item observado foi o acabamento, cujo número de peças, em relação ao tipo de acabamento observado é apresentado a seguir no Quadro 5.4. Observou-se que 80% da amostra de guarda-roupas total, utilizavam o papel melamínico como acabamento. Outros 16% apresentava o acabamento em Laca e outros 4%



em verniz. Entre as estantes, encontrou-se o papel melamínico em 66,66% da amostra, a lâmina de madeira natural em 13,33% e o verniz em 20%. Em relação aos acabamentos aplicados aos balcões, 60% utilizava o papel melamínico, 20% a lâmina de madeira natural e 20% o verniz.

**QUADRO 5.4: Perfil dos acabamentos por tipologia**

Subtipo →	Guarda-roupas (25 un.)	Estantes (15 un.)	Balcões (15 un.)	Total (55 un.)
Acabamento				
Lâmina Mad	00	02	03	05
Melamina	20	10	09	39
Fórmica	00	00	00	00
Postform	00	00	00	00
Laca	04	00	00	04
Pintura	00	00	00	00
Verniz	01	03	03	07
Cera	00	00	00	00

Quanto aos sistemas de encaixe, a amostra apresentou o seguinte perfil, apresentado no Quadro 5.5. que mostra que as junções tipo encaixe, estão presentes em 76% da amostra, cavilhas em 48%, buchas e parafusos em 100% da amostra, bem como as ferragens e a cola. O grampo é utilizado em 64% nesta tipologia de produtos e o prego em 48%. Entre as estantes, em 80% dos produtos analisados, encontraram-se encaixes, em 53,33% cavilhas e em 100%, buchas e parafusos, bem como o uso de cola. Em 13,33% das peças foi constatada a utilização de grampo e em 86,66% a presença de pregos. Conforme o quadro, 80% dos balcões observados apresentam fixação por encaixe e em 46,66% fixação por cavilha. Ainda observou-se que, 53,33% utilizam cola, 33,33% utilizam grampos e 66,66% usam pregos para a junção das partes. Em 100% da amostra foram observados os uso de buchas, parafusos e ferragens. Quanto aos sistemas de fixação empregados, obteve-se o seguinte quadro:

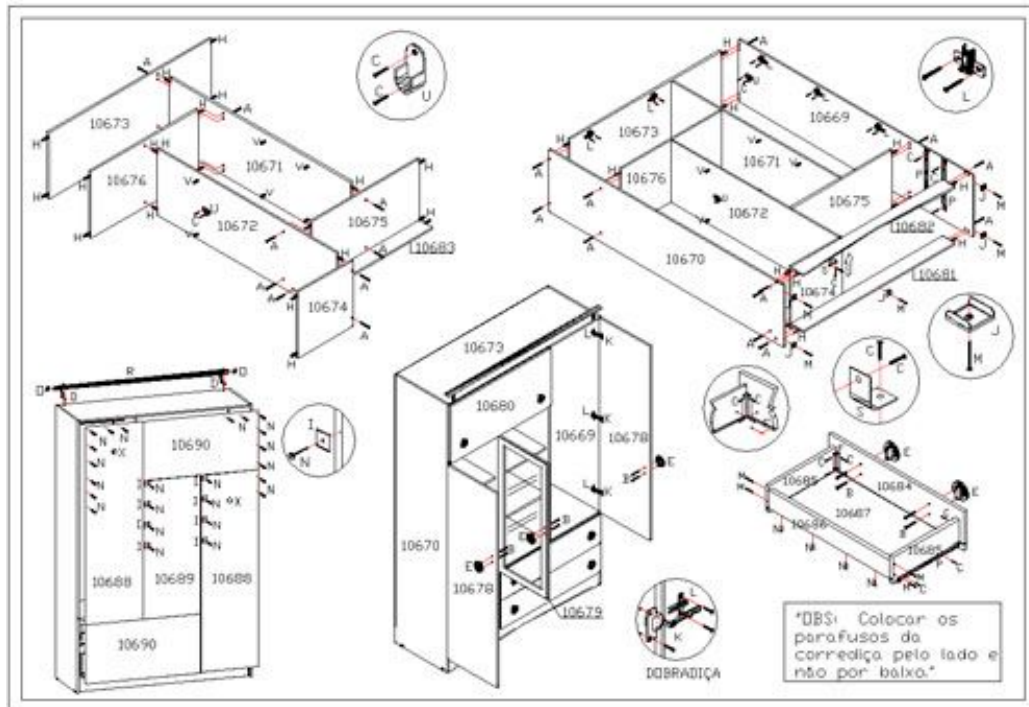
QUADRO 5.5: Perfil dos sistemas de fixação

Subtipo →	Guarda-roupas (25 un.)	Estantes (15 un.)	Balcões (15 un.)	Total (55 un.)
<b>Junção por</b>				
Encaixe	19	12	12	43
Cavilha	12	08	07	27
Bucha/Paraf	25	15	15	55
Ferragem	25	15	15	55
Cola	25	15	08	48
Grampo	16	02	05	23
Prego	12	13	10	35

Não foram observados poka-yokes nos guarda-roupas da amostra, nem relacionados ao processo de montagem, nem relacionados à segurança do usuário ou do produto. Quanto ao design informacional, não foi verificada nenhuma orientação de limpeza, montagem ou segurança, integrada aos produtos. Da mesma forma, não foram identificados em nenhum dos móveis analisados elementos de design informacional que auxiliassem o processo de montagem.

Os manuais de montagem eram os únicos instrumentos adotados com este propósito. Foram observados somente dois manuais, um dos quais é apresentado na Figura 5.4. Esta é a instrução de montagem de um guarda-roupa em MDF de três portas e dois gavetões. Em ambos os manuais, as peças e componentes estão codificadas e as instruções escritas de montagem são apresentadas somente com o apoio de desenhos.

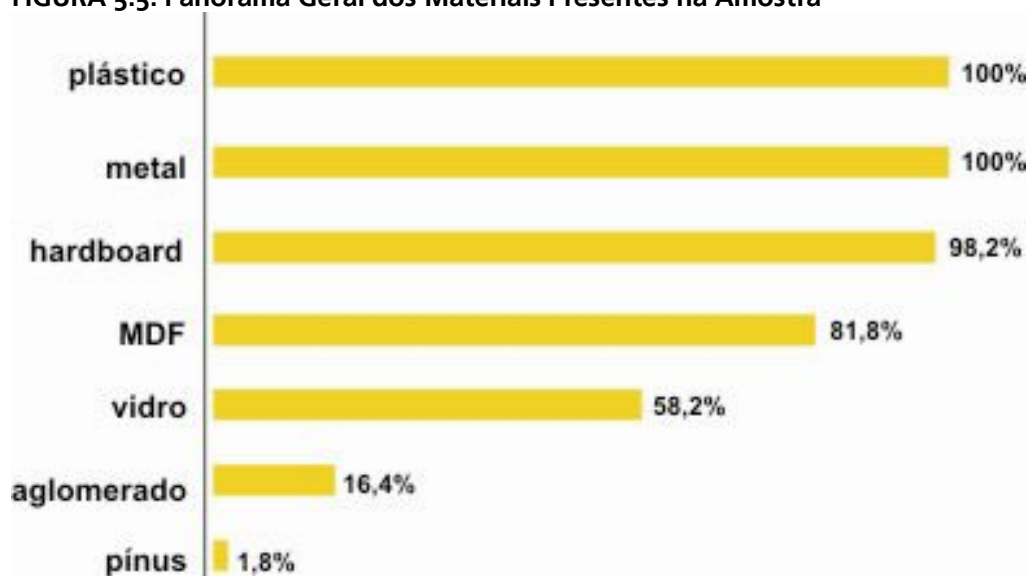
**FIGURA 5.4:** Instruções de Montagem de um Guarda-Roupas de Três Portas. Fonte: QMOVI, 2007



Também nas estantes e nos balcões não foram observados poka-yokes, como auxílio na prevenção de erros na montagem/desmontagem, bem como item de segurança ao usuário ou produto. Não existiam marcas, orientações de limpeza ou recomendações de segurança integradas aos produtos. Não foram observadas instruções de montagem destes produtos.

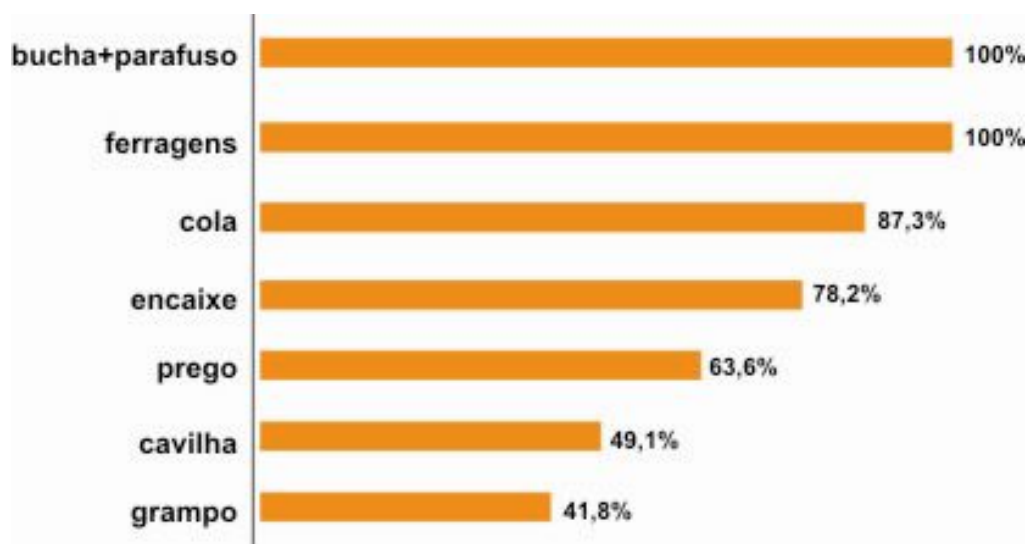
Assim, concluída a coleta de dados, pôde-se traçar o panorama geral da amostra, em relação aos materiais empregados na confecção dos móveis, conforme mostra a Figura 5.5:

FIGURA 5.5: Panorama Geral dos Materiais Presentes na Amostra



Segundo mostra o gráfico acima, 57,1% dos materiais empregados na confecção dos móveis, são de origem madeireira e outros 42,9% são de outras origens. Estes materiais são unidos entre si por sistemas removíveis, semi-removíveis e permanentes como apresenta a Figura 5.6 a seguir.

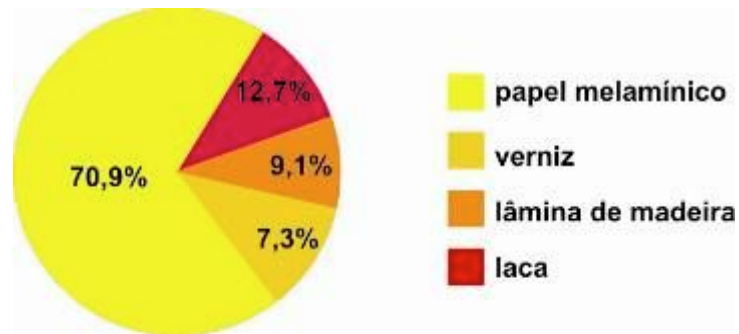
FIGURA 5.6: Panorama Geral dos Sistemas de Fixação Presentes na Amostra



Segundo a Figura 5.6, em 87,3% dos produtos avaliados, além da utilização de sistemas semi-removíveis (bucha+parafuso), sistemas removíveis (ferragens), constatou-se também, o emprego de sistema permanente (cola), como forma de fixação de algum componente. Por estes dados, pode-se concluir que grande porcentagem dos móveis pode apresentar os três sistemas utilizados em paralelo.

Como mostra a Figura 5.7, apresenta a proporção geral de acabamentos utilizados na amostra.

**FIGURA 5.7: Panorama Geral dos Acabamentos Empregados na Amostra**



Conforme apresentou a Figura 5.7 o acabamento predominante na amostra é o papel melamínico e conforme dados da entrevista as cores mais vendidas são o branco e o tabaco.

### 5.2.3 Resultados - Questionário

O questionário (APÊNDICE 3), composto de oito perguntas, coletou dados sobre a tipologia de móveis mais vendidos nas lojas da amostra, sobre o pólo produtor e material com que este produto é confeccionado. Em seguida, se buscou informações sobre os acabamentos mais procurados nas três tipologias de móveis utilizadas na observação. Em seguida, procurou-se traçar um perfil da política das lojas em relação à montagem dos produtos vendidos.

Entre os móveis mais vendidos nas lojas, destacaram-se os estofados de dois e três lugares, jogos de cozinha, com armário suspensos, balcões, mesas e cadeiras e jogos de quarto, com cama e guarda-roupa. A tabela abaixo apresenta a ordem em que estes móveis foram citados pelos respondentes.

QUADRO 5.6: Moveis mais Vendidos na Loja

Posição nas Vendas	Lojas				
	Loja A	Loja B	Loja C	Loja D	Loja E
1º	estofados	Cozinha	estofados	estofados	cozinhas
2º	quartos	Estofados	cozinhas	quartos	estofados
3º	cozinhas	Quartos	quartos	cozinhas	quartos

Conforme o Quadro 5.6, o móvel mais vendido para 60% das lojas, é o estofado, enquanto que para 40% das lojas são os jogos de cozinha. Em segundo lugar, em 40% das lojas vendiam-se os jogos de quarto, para outros 40%, os estofados e para 20% os jogos de cozinha. O terceiro item mais vendido em 60% das lojas são os jogos de quarto, enquanto que para outros 40% são os jogos de cozinha.

Em relação à montagem dos móveis complexos, como cozinhas, quartos e estantes, a política praticada em 100% das lojas, é oferecer a montagem, efetuada no momento da entrega (também oferecida pela loja) do produto na casa do cliente. Este serviço é prestado por montador profissional e encontra-se incluído no preço final do produto. Todas as lojas assumem a postura de se isentar de fixar na parede os móveis vendidos, alegando desconhecimento da planta e locais de encanamentos da moradia, esta responsabilidade fica ao encargo do usuário final. Segundo os respondentes é prática da loja montar o móvel no local de uso e deixar para o comprador a instrução de montagem e a garantia do produto.

Sobre a garantia dos produtos, as lojas fornecem garantia de um ano em problemas em qualquer peça, relacionados a defeitos de fabricação. As lojas se isentam da responsabilidade pelos danos causados pelo transporte e montagem realizados pelo próprio usuário final, e não é feito nenhum abatimento no preço do produto em caso de dispensa do serviço profissional oferecido. As principais causas de trocas e reclamações segundo 70% dos entrevistados são problemas relacionados às ferragens, e segundo 30% problemas relacionados ao acabamento.

#### 5.2.4 Análise dos Dados

Os dados apresentados anteriormente mostraram que os móveis são fabricados com grande heterogeneidade de tipos de materiais. Tal heterogeneidade exige soluções de design que facilitem a separação dos materiais ao final do ciclo de

vida, o que não foi observado. Os móveis da amostra utilizavam sistemas mistos que incluíam junções permanentes, o que dificulta a separação das partes e componentes, para reciclagem (tanto das partes, quanto dos materiais) e/ou recuperação energética.

Outra consideração importante sobre os sistemas de fixação dá-se na análise de que, **durante a fase de uso do ciclo de vida do móvel**, poderia ocorrer desgaste ou ruptura de algum componente, que necessitasse de reparo ou reposição e esta poderia ser impedida caso o sistema de fixação deste componente fosse do tipo permanente. Além de **dificultar manutenções preventivas e corretivas**, este **tipo de junção inibe a adaptabilidade estrutural, funcional e estética do mobiliário durante sua fase de uso**, estratégias que poderiam garantir a durabilidade do produto, conforme apontam Manzini e Vezzoli (2005). A redução na intensidade do uso destas junções no design do mobiliário é premente e deve ser considerada quando da aplicação de mecanismos poka-yoke.

Os danos ao produto, durante o processo de montagem e desmontagem poderiam ser diminuídos com a opção por junções removíveis, como prevêem as estratégias do design sustentável e, mesmo mitigados através da utilização de dispositivos poka-yoke. Estes dispositivos à prova de erros não foram observados em nenhuma das peças analisadas e poderiam ser de grande auxílio nestes processos, facilitando a interface com os sistemas de junção, tornando o processo intuitivo e alertando para existência de erros que pudessem prejudicar o móvel. Poka-yokes auxiliariam não somente na desmontagem e montagem completas do produto, mas também em reparos e manutenções, tornando-os rápidos e seguros. Poderiam ser empregados para facilitar as adaptações, estruturais, funcionais e estéticas, bem como auxiliar a tornar mais flexível o produto dentro das habitações.

Os acabamentos são responsáveis pela obsolescência estético/cultural de um produto, que levam ao fim prematuro da vida útil, e, paralelamente às questões estéticas, conforme apontado anteriormente, o acabamento é um item importante a ser considerado durante a fase de **uso do ciclo de vida do produto**, pois **danos à esta superfície protetiva, podem expor o material interno às ações das intempéries e ações químicas, provenientes da utilização de produtos de limpeza, causando a degradação do material e diminuindo sua durabilidade**, como alertam Manzini e Vezzoli (2005, p. 182). Além disto, danos a superfície também podem requerer manutenções e reposição de peças e foi apontada como

principal item de reclamação, trocas e manutenções por 30% dos entrevistados. Estas reposições e trocas deveriam ser facilitadas por junções removíveis, para evitar o descarte prematuro do todo. Soluções de acabamento que permitissem rápida correção não foram observadas na amostra como também não foram observadas soluções para permitir o usuário realizar pequenos reparos nos móveis, ao longo do ciclo de vida.

Cada tipo de superfície requer cuidados específicos para sua manutenção, para evitar danos. Estes são geralmente apresentados por indicações de design informacional, porém, em nenhum produto foram observadas estas considerações, o que poderia aumentar as possibilidades de danos à superfície durante o uso do produto.

Ainda com relação ao design informacional, não foram vistos senão duas instruções de montagem, apresentadas anteriormente, de difícil compreensão para leigos, isto, somado ao número de partes diversas (teto, base, laterais, fundo, prateleiras, gavetas, portas, acessórios e detalhes), bem como o uso de sistemas mistos de junção, resulta em um **produto de montagem complexa** para pessoas inexperientes. Isto explica a posição das lojas, tanto de oferecer o serviço de um montador profissional no ato da compra do produto, como de se isentar de responsabilidades sobre os danos causados ao móvel durante a montagem.

## 5.3 Mini-Survey 2 - Habitações Populares

### 5.3.1 Seleção da Amostra

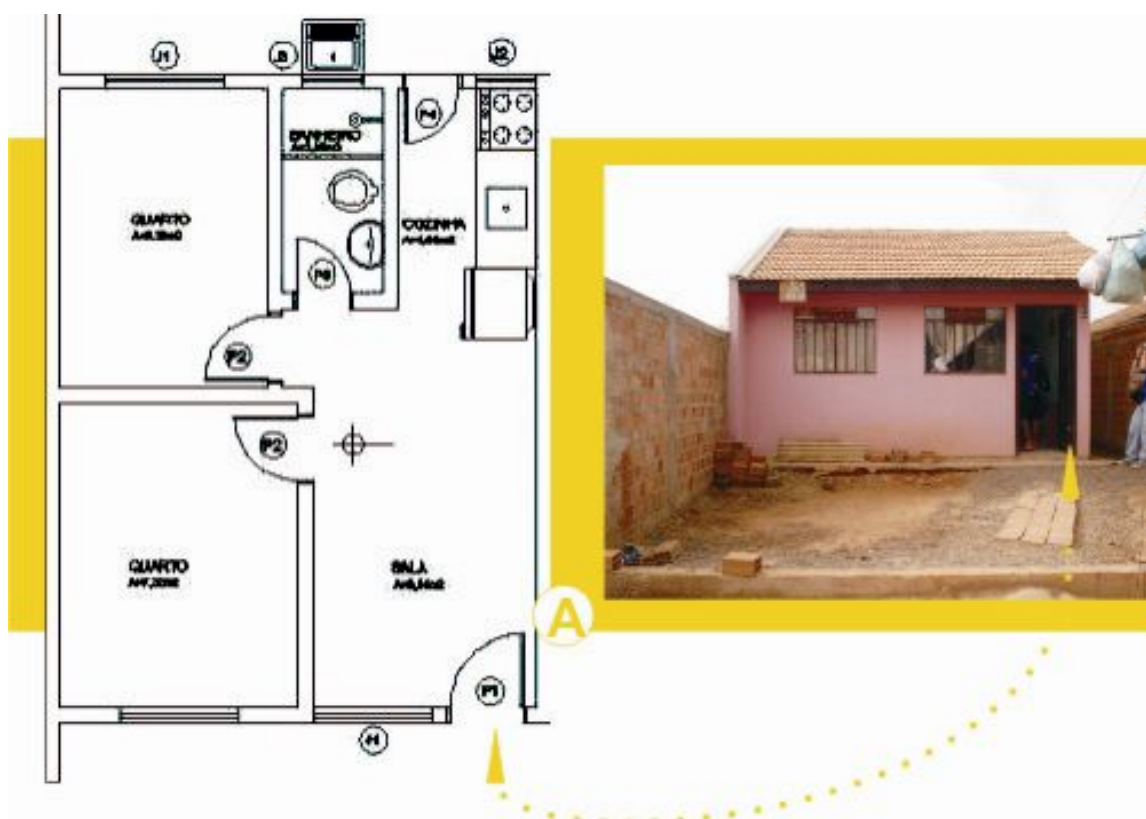
Tanto a Mini-Survey 2 – Piloto como a Mini-Survey 3 - Habitações Populares, foram conduzidas junto ao **Loteamento Moradias Sambaqui**, situado na periferia da cidade de Curitiba. **O referido loteamento foi** construído através da Companhia de Habitação Popular de Curitiba - COHAB-CT e é formado por 523 unidades familiares, das quais 382 encontravam-se habitadas na época da pesquisa.

O loteamento possui infra-estrutura básica: esgoto sanitário (100%), drenagem pluvial (80%), abastecimento de água (100%), de energia elétrica (100%), iluminação pública (100%), pavimentação inexistente e transporte coletivo (COHAB, 2006). Quanto às residências, o Conjunto Sambaqui apresenta, basicamente, por duas tipologias: aquelas construídas pela COHAB-CT e as construídas pelos próprios moradores. As casas construídas pela COHAB-CT tem 36m<sup>2</sup> (ilustrada na Figura 5.8-



B), divididos em dois quartos, sala com cozinha integrada e banheiro, conforme mostra a planta baixa, na Figura 5.8-A.

**FIGURA 5.8:** Planta baixa casa padrão CT34B (A). Fonte: COHAB-CT. Fachada da casa padrão CT34B (B).



A tipologia construída pela COHAB-CT possui dois padrões de habitação: CT34A e CT34B, cuja diferença é apenas o posicionamento (espelhado) dos cômodos. Muito importante para o contexto do presente trabalho é o fato de que nenhuma das habitações apresentou mobiliário incorporado na habitação ou provido pela COHAB-CT anteriormente à sua ocupação.

Diferentemente da tipologia citada acima, as tipologias de residências construídas pelos próprios moradores não possuem padrões, conforme mostra a Figura 5.9 a seguir. A Figura 5.9-A trata-se de um sobrado em alvenaria, construído para abrigar um comércio na parte inferior. A Figura 5.9-B trata-se de uma residência térrea, ainda em fase de acabamento.

**FIGURA 5.9:** Fachada residência 5 (A) e fachada da residência 9 (B)

Para a realização tanto da Mini-Survey piloto como da Mini-Survey 2 foi analisada uma amostra das habitações deste conjunto habitacional. A seleção desta amostra levou em conta o critério de renda e aleatoriedade foi realizada por intermédio da Fundação de Assistência Social de Curitiba – FAS e COHAB-CT. Para a seleção da amostra realizou-se uma reunião com as lideranças da comunidade. A Organização Comunitária no Loteamento Sambaqui identifica-se por meio de três Associações de Moradores, dois Clubes de Mães e três entidades comunitárias de luta por moradia (COHAB-CT, 2006), todas ativas no período da pesquisa e representadas por um morador presidente

Na supracitada reunião foram colocados os objetivos da pesquisa e os procedimentos adotados para a coleta dos dados. Foram selecionadas famílias que contemplassem a diversidade de arranjos familiares. Foram selecionadas dez famílias para o estudo da Mini-Survey 3 – Habitações Populares, representando 2,5% da comunidade.

A amostra para Mini-Survey 2 – Piloto, que testou o protocolo de coleta de dados, foi retirada desta amostra geral, Por sugestão dos agentes sociais da FAS, selecionou-se a casa de um dos líderes comunitários para conduzir a Piloto, como forma pode-se garantir uma maior receptividade dos demais moradores durante a Mini-Survey 3.

### 5.3.2 Caracterização Geral da Amostra

As famílias do Loteamento Moradias Sambaqui são classificadas como sendo da faixa de renda nível C (ABEP, 2008), pois, **87,1%** do total, **recebem até três salários mínimos mensais**<sup>1</sup>. As dez famílias selecionadas para o estudo apresentaram um **rendimento familiar** médio dos entrevistados é de **dois ‘salários mínimos’** mensais, com gasto médio declarado, superando o rendimento. Algumas famílias utilizam o recurso do ‘Programa Bolsa Família’ para complementar sua renda. Dos titulares entrevistados, 80% possuíam fonte de renda no momento da pesquisa, tanto informal como formal.

O nível de escolaridade é baixo, dado que 17,8% são analfabetos e cerca de **63,4%** dos moradores ainda **não completaram o ensino fundamental** (COHAB, 2006). Quanto à procedência das famílias entrevistadas grande parte não é originária de Curitiba e, antes de serem assentadas no Sambaqui ‘moravam’ em ocupações irregulares de terrenos (invasões). Estas invasões foram realizadas em barracões de lona comunitários. Através da entrevista aplicado às dez famílias da amostra (APÊNDICE 4) concluiu-se que o tempo médio de residência destas no Loteamento era de dois anos, no momento da entrevista.

Todos os respondentes eram os compradores titulares do imóvel. Das dez residências visitadas, cinco haviam sido construídas através de financiamentos do Governo e COHAB-CT e outras cinco por iniciativa e recursos dos próprios moradores.

Dois terrenos, um com uma residência padrão COHAB-CT e outro com uma residência construída pelo morador ainda mantinham na parte dos fundos, a residência provisória de madeira, que serviu como moradia no período de construção da casa em material. . O Quadro 5.7 abaixo mostra o perfil destas dez habitações:

---

<sup>1</sup> Salário Mínimo Brasileiro – Março 2007 – R\$ 350,00 (DIEESE, 2007)

QUADRO 5.7: Perfil das habitações da amostra

Casa/ entrevistado nº	Padrão	nº de moradores	nº de móveis
01	COHAB	4	11
02	COHAB	5	15
03	COHAB+PRÓPRIO	3	19
04	COHAB	1	10
05	PRÓPRIO	2	11
06	PRÓPRIO	3	22
07	PRÓPRIO	4	15
08	PRÓPRIO	3	15
09	COHAB	4	12
10	COHAB	4	11
TOTAL		33 MORADORES	141 MOVEIS

Conforme mostrou o Quadro 4.13, o número médio de moradores por residência era, no período da pesquisa de três pessoas, com mínimo de dois e máximo de 10 habitantes (caso de uma família que recebe os filhos de um dos cônjuges nos finais de semana)

### 5.3.3 Caracterização da amostra da Mini-Survey 2 - Piloto

A renda familiar mensal da amostra para Mini-Survey Piloto era 67% do valor do salário mínimo daquele período, vinda de pensão alimentícia e do programa Bolsa Família<sup>2</sup>. O número total de moradores era de quatro pessoas: um adulto e três crianças. O titular respondente não possuía emprego no ato da entrevista. O nível de escolaridade do mesmo é o segundo grau completo enquanto o restante da família está cursando o ensino fundamental.

A referida família é procedente de São Paulo e migrou para Curitiba com o Movimento Nacional de Luta pela Moradia, se estabelecendo primeiramente em barracão de lona em terreno invadido, sendo posteriormente reassentada no Loteamento Sambaqui.

No período da pesquisa, vivia no loteamento a dois anos, dos quais, cinco meses na residência era padrão COHAB CT34B, ainda em fase de acabamento. Antes da

---

<sup>2</sup> Bolsa Família – Programa Brasileiro de Combate à Fome e à Miséria cujo valor varia entre R\$ 15,00 a R\$ 95,00 (AGÊNCIA NACIONAL DE NOTÍCIA, 2007)

construção da casa pela COHAB a família ocupou o terreno com uma habitação de madeira.

#### 5.3.4 Resultados da Mini-Survey Piloto

Realizada em uma residência do Conjunto Sambaqui, a Mini-Survey Piloto teve por objetivo principal, testar o protocolo de coleta de dados. Os resultados apresentados na presente seção dizem respeito às alterações realizadas no protocolo a partir das constatações e inadequações apontadas durante a piloto. Os resultados referentes aos dados coletados nesta Mini-Survey 2 são apresentados e agrupados aos resultados da Mini-Survey 3 – Habitações Populares.

A Mini-Survey Piloto apontou inadequações na linguagem do protocolo ao perfil dos respondentes. A partir desta constatação, termos como ‘esporádico’ (referindo-se à renda) e ‘ampliar’ (referindo-se à moradia) foram substituídos por ‘bicos’ e ‘aumentar’ para se adequarem a linguagem coloquial da amostra.

Outro problema observado foi a dimensão e complexidade dos instrumentos do protocolo, que exigiam um longo tempo para a aplicação. Isto demonstrou-se incompatível com a realidade da família com crianças de pouca idade, que precisam constantemente da atenção dos pais. Com, isso reestruturou-se o protocolo de coleta de dados, deixando mais concisa a entrevista, diminuindo o número de perguntas e agrupando-as, quando possível.

Durante a realização da Mini-Survey Piloto a entrevista semi-estruturada mostrou exigir firme controle do pesquisador, pois, a abertura propiciada pela estrutura utilizada, levou, por diversas vezes à perda de foco nas respostas e conseqüentemente, perda de tempo. Observou-se também, a interferência da vizinhança (que fez-se presente durante toda esta pesquisa) nas respostas no e tempo da entrevista. Portanto, corrigiu-se a estrutura limitando as aberturas para participação espontânea. Teve por cuidado, contanto, sem reduzir a qualidade dados necessários à pesquisa.

Outra questão que se apresentou relevante foi o número de pesquisadores para a coleta ser incompatível com as pequenas dimensões da moradia. A partir deste estudo piloto e visando a aplicação do protocolo em dez habitações dividiu-se a equipe de pesquisa em quatro duplas de pesquisadores, duas responsáveis pela aplicação da entrevista e duas responsáveis pela observação do mobiliário e do

contexto. Limitou-se dois pesquisadores para a aplicação deste instrumento, sendo um responsável pelas perguntas e outro pelo registro de imagem e voz. Outros dois pesquisadores, responsáveis pela observação, seguiriam o roteiro pré-estabelecido, contemporaneamente registrando as imagens do mobiliário.

O estudo piloto permitiu inferir que os trabalhos das equipes poderiam ser realizados de forma independente, ou seja, cada equipe responsabilizou-se pela coleta de dados em cinco moradias, previamente determinadas. Desta forma procurou-se dar maior velocidade ao processo como um todo. Reviu-se também, a conduta dos pesquisadores durante a entrevista, e o posicionamento dentro da moradia.

A análise dos resultados dos dados coletados na Mini-Survey Piloto, mostrou que estes atendiam aos propósitos da pesquisa. Assim, terminados os ajustes e correções realizou a Mini-Survey 2, conforme descrito abaixo. O formato final do protocolo de coleta de dados empregado na Mini-Survey 2 pode ser consultado nos Apêndices 4 e 5.

### 5.3.5 Resultados da Mini-Survey 3 – Habitações Populares

#### 5.3.5.1 Caracterização geral dos móveis

Assim, tem-se que todos os móveis encontrados nas residências da amostra pertenciam à categoria de móveis residenciais, não sendo observado nenhum móvel de escritório. Similarmente à Mini-Survey 1- Lojas, a Mini-Survey 3 – Habitações populares permitiu identificar a tipologia geral do mobiliário utilizado nas residências, suas especificidades, materiais, junções, desmontabilidade/remontabilidade, e danos passivos de observação. Pode-se distinguir as seguintes as tipologias de mobiliário: cama, guarda-roupa, armário, cômoda, balcão, assentos e estante, segundo as especificidades apresentadas no Quadro 5.8, a seguir.

**QUADRO 5.8: Tipologia dos Móveis Populares do Conjunto Sambaqui**

Tipologia Específica						
Cama	Guarda-roupas	Cômoda	Armário	Mesa	Estante	Assento
Solteiro	2 portas	3 gavetas	Roupas	Apoio	Fechada	2 lugar
Casal	6 portas	4 gavetas	Balcão	Jantar	Rack	3 lugares
Beliche	4 portas	5 gavetas	Pia			Cadeiras
			Panelheiro			Bancos

			Superior			
--	--	--	----------	--	--	--

Entre as camas observadas, 29,16% eram camas de casal, 66,18% eram camas de solteiro e 4,66% eram beliches. Em 20% das habitações, observou-se apenas o colchão sobre o estrado, diretamente no piso, como pode-se ver na Figura 5.10 a seguir.

**FIGURA 5.10: Colchão sobre estrado diretamente no piso de concreto. Casa 01**



Para guardar suas roupas, os moradores utilizavam guarda-roupas, armários, gaveteiros, cômodas. Entre os guarda-roupas, 56,25% tinham duas portas, 37,5% tinham seis portas e 6,25% tinham quatro portas. Observaram-se também roupas empilhadas ou penduradas em pregos e cadeiras, como mostra a Figura 5.11 a seguir.

**FIGURA 5.11: Roupas penduradas e empilhadas. Casa 05**





Os sapatos eram guardados dentro dos guarda-roupas e armários, em sapateiras plásticas. Foram observados, da mesma forma que as roupas, sapatos colocados e empilhados em diferentes locais como sob banquetas e bancos, em cima de um televisor, conforme apresentado na Figura 5.12 a seguir.

**FIGURA 5.12: Sapatos empilhados sobre televisor. Casa 01**



Em 90% das residências foram observados assentos, sendo predominante o uso de sofás como solução para sentar. Foram observados também cadeiras e bancos, porém em menor número e em algumas situações utilizados não como assentos e sim como apoio de vestimentas ou eletroeletrônicos, conforme mostra a Figura 5.13 a seguir. Para apoio de aparelho de som e televisão, apenas 30% das casas possuía estante ou rack, os demais utilizavam mesas, cadeiras ou piso, como se pode ver também na Figura 5.13.



**FIGURA 5.13: Cadeira utilizada como apoio para televisor. Casa 09**

Nas residências padrão COHAB foram encontradas mesas pequenas, de cerca de 1m<sup>2</sup>, enquanto nas demais residências, observaram-se mesas para 4 ou 6 lugares. Assim como as cadeiras, as mesas também apresentavam usos não previstos, servindo também de apoio aos eletroeletrônicos. Verificou-se, também, a utilização de armários do tipo balcão, balcão de pia, painel vertical, armários superiores e prateleiras abertas, como solução para guardar utensílios e mantimentos. Ainda registrou-se a utilização de outros espaços, como prateleiras aramadas diretamente nas paredes e nichos com prateleiras improvisadas, conforme o apresentado na Figura 5.14 a seguir.

**FIGURA 5.14:** Prateleira improvisada em nicho sob a pia. Casa 04.



Observou-se a realização de funções não previstas para os vários produtos que se integravam ao ambiente construído. Por exemplo, foi observado a utilização dos espaços internos dos fogões para guardar mantimentos, panelas e até mesmo produtos de limpeza, como pode-se ver na Figura 5.15 a seguir.

**FIGURA 5.15:** Soluções para guardar utensílio, mantimentos e produtos de limpeza. Casa 04



Produtos de limpeza e também remédios eram guardados em locais alternativos, como parte superior dos armários e mesmo sob colchões, segundo afirmam os entrevistados 1, 2 e 3. Contudo, não foi possível confirmar tais afirmações durante o período de observação direta.

Dos 141 móveis existentes nas residências da amostra, 60,15% é proveniente de **doações** (móveis usados por terceiros); 20,23% são **móveis de família** (remanescentes do processo migratório); 10,12% - **móveis usados** (encontrados após descarte); 5,02% dos móveis é resultado de **trocas** por outros em lojas de móveis usados; 4% - **móveis feitos pelos próprios moradores**; 0,48% - **móveis comprados em loja de móveis novos** (vide ilustração deste panorama na Figura 5.16 a seguir).



FIGURA 5.16: Porcentagens da origem dos móveis.

Os 60,15% de **móveis doados** têm diversas origens, conforme apontam os entrevistados 1, 4 e 5: "(...) foram as assistentes sociais que doaram, eu estava sem sofá, elas me deram esse (FIGURA 5.17)"; "(...) foi o patrão dele (o marido) que deu o beliche, porque o que a gente tinha, ficou em baixo da lona e apodreceu (...)"; "(...) a minha vizinha comprou um armário novo, a gente estava sem aqui, ela mandou o velho dela, que tinha sido dado pela assistente (...)", "(...) minha mãe me deu este armário, minha irmã essa estante".



FIGURA 5.17: Estante doada. Casa 05

Os próprios moradores, quando eventualmente não precisavam mais de um **móvel** e **estes se encontravam ainda em condições de uso, doavam** aos amigos próximos. As entrevistas mostraram ser hábito comum doar ou comprar móveis dos amigos da comunidade.

Os móveis remanescentes do processo migratório somavam o total de 20,23% (móveis de família). Eram em número menor, pois, segundo os moradores, as constantes mudanças (inclusive de Estados) somadas à precariedade das condições ambientais dos locais de invasão, auxiliaram a danificar o mobiliário, conforme pode ser observado pelo comentário do Entrevistado 3: “(...) nesse tempo que a gente ficou no barracão, estragaram todos os móveis, eu mesma perdi praticamente tudo (...) teve gente que perdeu tudo embaixo da lona.” As referidas invasões foram realizadas em barracões de lona onde as famílias dividiam e delimitavam seus espaços utilizando móveis, como guarda-roupas e balcões. Segundo a moradora da casa 1, estas soluções eram precárias: “era muito difícil, ninguém tinha privacidade, a gente podia ouvir tudo que todo mundo falava”

Entretanto, o Entrevistado 1 apontou o móvel de família, que havia sido dado por sua mãe, como a melhor e mais durável peça de mobiliário da casa, demonstrando com isso, uma relação de estima pelo produto (vide FIGURA 5.18 a seguir). Este móvel foi apontado como forte e durável, estando com a família desde antes de sua vinda para Curitiba, passando com ela por diversos processos de mudança.

FIGURA 5.18: Balcão remanescente do processo migratório - Casa 01



Conforme apontam os dados, 10,12% dos **móveis foram recolhidos da rua, após descarte**, e muitas vezes são adaptados pelos moradores para atender suas necessidades, conforme aponta o Entrevistado 2: “achei este balcão na rua, serrei ele pra caber aqui”.

Além dos móveis recolhidos nas ruas, outros 4% foram feitos pelos próprios moradores na busca de soluções para suas necessidades imediatas, como pode ser visto na Imagem 4.16. Somente 0,48% dos móveis foram comprados novos em uma loja de móveis populares (FIGURA 5.19).

**FIGURA 5.19: Banqueta e banco de fabricação própria do morador. Casa 04**

A imagem acima mostra um banco confeccionado em tábuas de construção e uma banqueta cuja estrutura de aço é retornada ao processo de uso com o acréscimo de um novo assento, ambos confeccionados pelo morador. Como este banco, diversos outros móveis presentes nas casas visitadas eram confeccionados com matéria-prima de base madeireira.

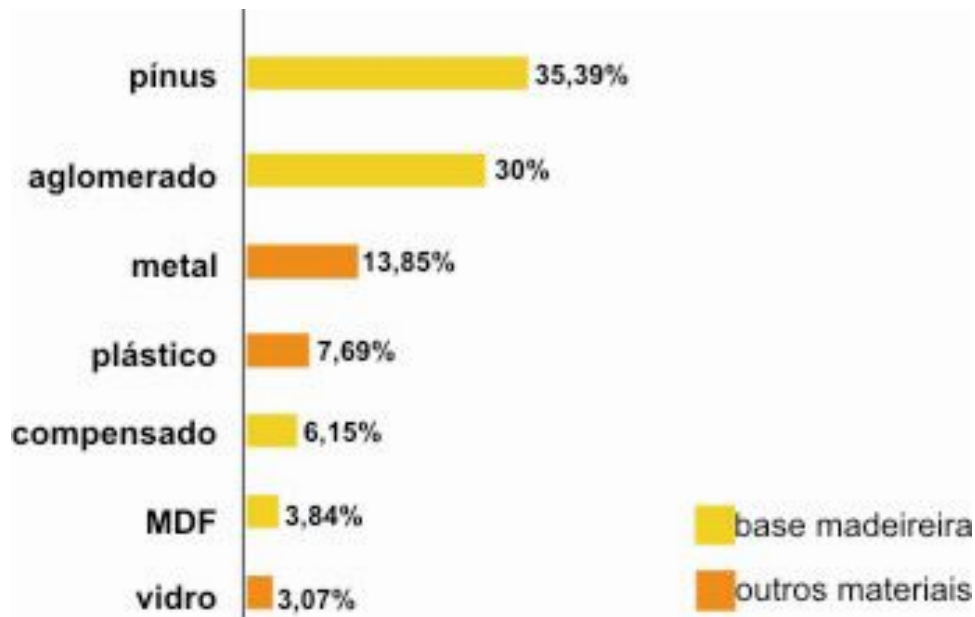
#### **5.3.5.2 Materiais e Junções**

Com a aplicação do roteiro de observação (APÊNDICE 4) constatou-se que as matérias-primas de base madeireira predominavam na confecção da estrutura de 75,38% móveis analisados, mantendo a mesma proporção em partes funcionais.

Dos materiais de base madeireira, os mais freqüentes eram o pínus, as chapas de aglomerado de baixa densidade, o compensado (presente em menor quantidade) e o MDF (Médium Density Board). Outros materiais, de base não madeireira como aço, vidro e plástico foram observados nos 24,62% dos móveis. Desta forma, obteve-se o seguinte panorama dos materiais da amostra total, em relação às partes estruturais e funcionais:



**FIGURA 5.20: Panorama geral dos materiais encontrados nas peças estruturais e funcionais dos móveis da amostra**



Em relação aos dados apresentados na Figura 4.1, é preciso salientar que os materiais de base madeireira estavam presentes na mesma proporção em partes estruturais e funcionais. Já os demais materiais encontravam-se divididos em porcentagem diferentes. Dos 7,69% dos móveis em plástico, 4,61% o utilizavam em partes funcionais (assentos de cadeiras e banquetas) e 3,07% em partes estruturais (lateral, fundo e porta de sapateira).

Os metais compunham a estrutura de 13,85% de móveis como camas tubulares, pés de cadeiras e de banquetas. Em 0,77% compunham, também, partes funcionais, como assento de cadeira. O vidro por sua vez foi observado somente em partes funcionais, como portas e espelhos.

Além dos materiais supracitados, foram observados também os sistemas de junção entre partes estruturais e funcionais. Para isto empregou-se o roteiro de observação (APÊNDICE 4) e captação de imagens, que permitiram revisar, posteriormente, os dados coletados.

Portanto, como resultado desta coleta, teve-se que os sistemas de junção/união empregados nos móveis da amostra eram mistos: permanente+semi-removível+removível. Das **junções removíveis** pode-se observar o emprego de **encaixes, parafusos, cavilhas sem cola e ferragens**. Das **junções permanentes**, observou-se a utilização de **cola, grampo e prego**.

Este sistema misto é exemplificado com a Figura 5.21 a seguir, que mostra uma lateral de guarda-roupa observado na Casa 01. O detalhe A desta imagem apresenta componentes de uma dobradiça que une lateral com porta (sistema removível). No mesmo detalhe, assim como no detalhe B, observa-se também buchas plásticas (sistema semi-removível). O detalhe C, por sua vez, apresenta um dos três pregos observados na imagem geral (sistema permanente).

**FIGURA 5.21: Lateral de armário: emprego de sistema misto de fixação e junção. Casa 01**

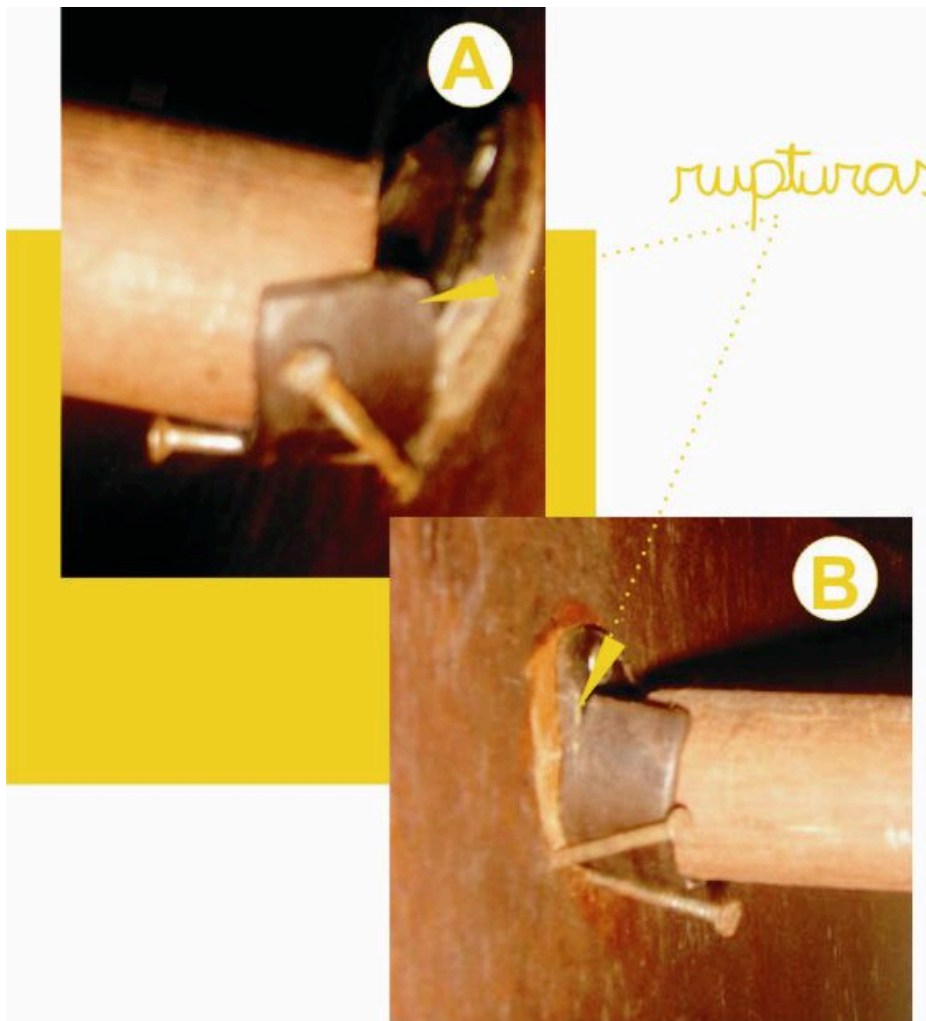


Como mostrou a imagem anterior, no mobiliário das residências pesquisadas, verificou-se a predominância do de sistemas mistos de junção. Verificou-se também a utilização de permanentes como forma de solucionar diversos problemas nos móveis relativos à ausência ou ruptura de componentes e junções removíveis e semi-removíveis.



Junções permanentes improvisadas eram empregadas como forma de adiar os efeitos dos danos sobre os móveis, estendendo o período de funcionalidade do móvel. Esta prática popular de solução de problemas relativos às uniões do mobiliário é exemplificada na Figura 5.22 a seguir. Nela apresenta-se a parte anterior e posterior de um suporte plástico de varão, em processo de ruptura devido a peso excessivo, apoiado por três pregos. A intenção do morador era evitar a queda de todas as roupas penduradas.

FIGURA 5.22: Suporte de varão danificado e apoiado por pregos. Casa 05



Estas soluções populares observadas, usadas para manter a funcionalidade do móvel por certo período, podem ter reflexo direto na montagem / desmontagem, na flexibilidade e adaptabilidade do mobiliário devido a utilização de junções permanentes, substituindo aquelas semi-removíveis ou removíveis.

Para compreender as implicações deste tipo de solução para a integridade e para o ciclo de vida dos produtos, **buscou-se primeiramente coletar dados sobre quando e como são realizadas as montagem e desmontagens dos móveis pela população de baixa renda.** Os resultados são apresentados na próxima seção.

#### 5.3.5.3 Montagem/Desmontagem

Corroborando os dados apresentados na seção de Resultados e Análises da Mini-Survey 1, conduzida em lojas de móveis populares, **a montagem dos móveis novos é realizada por montador profissional** e o preço deste serviço é incluso no preço final do produto. Entretanto, os dados coletados e apresentados anteriormente, mostraram que, uma porcentagem muito pequena (0,48%) dos móveis nas habitações pesquisadas, havia sido comprada em lojas de móveis novos. A maioria, (99,62%) vinha de processos de mudanças de residências e os respondentes não eram seus primeiros donos. Isso posto, procurou-se definir se os referidos móveis tinham sofrido desmontagens e remontagens durante estas mudanças e, se sim, quem as havia executado.

A segunda parte da entrevista semi-estruturada (APÊNDICE 3) e as aberturas oferecidas pela estrutura da entrevista, que permitiram aos respondentes expressarem opiniões, impressões, sentimentos, facilidades e dificuldades na execução deste tipo de atividade.

**A montagem é considerada um processo demorado, difícil, físico e mentalmente cansativo para 90% dos entrevistados.** Somente 10% relataram habilidade na execução destes processos. Os mesmos 10% relataram também 'projetar e construir' móveis para suprir pequenas necessidades. Dois destes móveis foram anteriormente apresentados na Imagem 4.6.

Assim, segundo os respondentes, os **móveis doados eram trazidos montados, sempre que possível.** Apenas **móveis com grandes estruturas, como guarda-roupas e estantes, sofrem desmontagem completa ou parcial.** Neste caso os entrevistados descrevem problemas para a remontagem, relacionados à ausência ou perda de partes ou componentes e a falta de conhecimento/habilidade

Dos entrevistados, 80% apontam ter ferramentas básicas (nem sempre adequadas) para executar os processos de montagem e desmontagem (chaves de fenda, martelo), ou capazes de emprestá-las em caso de necessidade.

Questionados sobre móveis do tipo faça-você-mesmo, todos responderam que conheciam, mas apenas 20% dos entrevistados relataram ter comprado e montado uma pequena mesinha deste tipo: “ela era de tudo de plástico, foi fácil de montar, mas agora está na casa da minha mãe” (ENTREVISTADO 2). O outro móvel citado, apresentado na Figura 5.23 é feito em plástico na parte externa e prateleiras em madeira.

**FIGURA 5.23: Móvel do Tipo “Faça-você-mesmo”. Casa 01**



Entre os encaixes mais simples, 40% dos entrevistados apontaram para camas tubulares de ferro dizendo que seus encaixes (FIGURA 5.24) são fáceis de montar: “essa é fácil, é só encaixar aqui, ó, não tem segredo (...)” (ENTREVISTADO 4). O tipo cama tubular, apresentada acima, foi encontrada em 50% das casas visitadas. Os entrevistados as consideram práticas e resistentes.



**FIGURA 5.24: Detalhe do Encaixe de Cama Tubular em Ferro. Casa 04**

O Entrevistado 1 relatou '**medo**' de executar a montagem de um guarda-roupa que estava a 20 (vinte) dias desmontado na sala de sua casa: "eu tenho medo de montar, (...) tentei montar só uma coisa na vida, a bicicleta do meu filho e não consegui."

Dos entrevistados, 60% apontaram a **dificuldade de visualizar o aspecto final do móvel após a montagem**, conforme retrata a fala do Entrevistado 1: "(...) quando o móvel vem desmontado, a gente nem sabe como é que ele é, eu nem arrisco!".

Nenhum dos móveis doados foi entregue com manual ou instrução de montagem, assim como nenhum dos móveis de família possuía manual de montagem ou garantia do produto. Sobre a leitura de manuais de instrução ou instruções de uso ou montagem, 40% dos entrevistados responderam que lêem, referindo-se principalmente a celulares e bulas de remédios. Outros 60% responderam que não têm 'paciência' para ler nada.

Em relação aos móveis comprados em loja - o único com esta procedência foi entregue e montado no local por montador profissional. Não foram entregues ao comprador, nesta ocasião, manual de montagem e garantia. Segundo o Entrevistado 4, foram entregues apenas a nota fiscal e os carnês de pagamento, pois o móvel foi comprado a prestações. A montagem estava incluída no preço final do móvel e o montador trouxe as ferramentas necessárias para executá-la. Entretanto **o móvel foi danificado durante o transporte**, sendo necessária a troca, pela loja, de uma lateral, que havia sido riscada. Segundo o Entrevistado 4, esta troca demorou dois meses para ser efetuada e resultou em muitas reclamações.

Danos ao mobiliário são dados importantes a esta pesquisa, visto que podem afetar o ciclo de vida do produto e podem estar relacionados aos processos de montagem e desmontagem a que são submetidos os produtos. Para coletar estes dados, utilizou-se do roteiro de observação direta (APÊNDICE 4) e registro de imagens. Os resultados são apresentados a seguir.

#### 5.3.5.4 Danos

Constatou-se que 99,52% dos móveis da amostra apresentavam danos aparentes. Entretanto, devido ao fato de os atuais donos, na maioria dos casos não serem os primeiros donos dos móveis analisados e na maioria dos casos o histórico da vida

útil não ser conhecido na sua totalidade, a definição dos pontos de contato e o contexto que gerou o erro não puderam ser claramente estabelecidos.

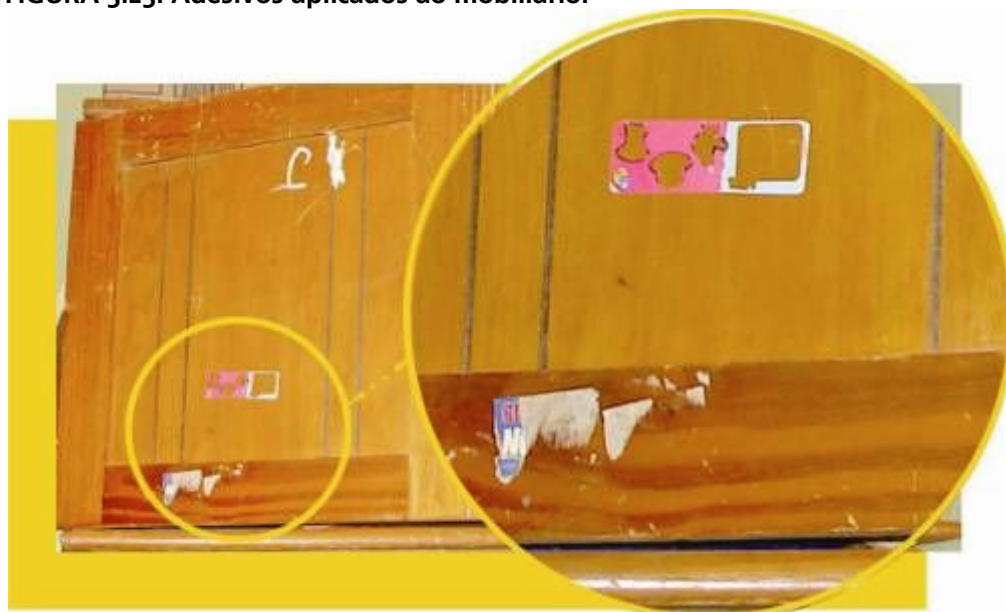
Os dados foram coletados qualitativamente, pois não fazia parte do escopo da pesquisa, saber qual o número de danos existentes no mobiliário e sim quais os tipos e sua relevância para o ciclo de vida do produto.

Conforme apresentado no Capítulo 4, os danos puderam classificados como **estruturais, funcionais e de superfície/estéticos**, obedecendo aos seguintes critérios: função que a peça danificada exerce no conjunto, grau de importância do dano para uma possível eliminação do produto.

Desta maneira, foram observados danos na superfície e/ou nas peças e componentes do mobiliário. Os danos a superfície, estavam presentes em 95,52% dos móveis da amostra e apresentavam-se em duas formas: leve ou severa. Como danos leves foram considerados aqueles que não comprometiam a estrutura do móvel, mas podiam comprometer a funcionalidade e a estética. Entre as formas leves encontravam-se riscos, furos, manchas, descascados e aplicação de adesivos.

Assim, verificou-se nas casas 01, 03 e 05 a aplicação de adesivos na superfície do móvel, observou-se também, que este tipo de dano estava relacionado ao mobiliário pertencente aos quartos de crianças. A Figura 5.25, a seguir, apresenta um detalhe do beliche pertencente a casa 03, apresentado na sua totalidade, na Imagem 4.1 da seção subsequente.

**FIGURA 5.25: Adesivos aplicados ao mobiliário.**



Outros danos, que nesta pesquisa foram considerados leves foram as perfurações, manchas e riscos sobre a superfície. A Figura 5.26 a seguir apresenta a lateral do rack, mostrado em sua totalidade anteriormente na Figura 5.17. Em toda esta lateral podem ser observados exemplos destes danos, entretanto, ampliou-se um detalhe que busca esclarecer melhor ao leitor estes danos. O detalhe A da Figura 5.26 apresenta perfurações na lateral. No detalhe B têm-se riscos à superfície e no detalhe C pode-se ver manchas causadas por retirada de camada de coloração. Porém, não se podia precisar o agente causador desta descoloração.

Ainda na mesma Figura 5.26, o detalhe D apresenta o descolamento da superfície do móvel. O descolamento do acabamento/ superfície, pôde ser observado na forma leve ou severa, dependendo do grau de comprometimento às partes estruturais do móvel. Este descolamento é considerado leve, pois apesar de expor considerável parte da chapa de aglomerado, está em um ponto do móvel que não afeta a estrutura.

FIGURA 5.26: Danos ao mobiliário: perfuração, riscos, manchas, descolamento. Casa 03.





Estes danos à superfície/estéticos do tipo leve, não representavam grandes riscos à durabilidade do produto. Porém poderiam afetar também a usabilidade, no momento em que a superfície afetada exercesse outra função além das protetoras e estéticas, caso de tampos de mesas e escrivaninhas.

Diferentemente do dano apresentado na imagem anterior, foram considerados danos severos os descolamentos que expunham uma grande porção do material interno do móvel (chapa de aglomerado, compensado, MDF), afetando a fixação de ferragens ou mesmo a estabilidade da estrutura como um todo.

A Figura 5.27 a seguir, apresenta um caso de dano severo à superfície de uma mesa. Vê-se que toda a extensão da parte inferior do tampo havia perdido a superfície protetora e uma das junções, neste caso um grampo (junção permanente), começa a se desprender da estrutura.

FIGURA 5.27: Descolamento severo da superfície de uma mesa. Casa 02.



Os danos à superfície tanto leves quanto severos, apesar de, aparentemente terem maior impacto sobre a dimensão estética do produto, **expunha a matéria-**

**prima às ações do tempo e às ações químicas, que podiam promover sua degradação, contribuindo para a eliminação precoce do produto.** Contudo, mesmo muito danificados na superfície, os móveis da amostra continuavam atendendo suas funções.

Além dos danos à superfície, apresentados anteriormente, também observaram-se danos a ferragens, presentes em 53% dos móveis da amostra, que poderiam ser classificados em qualquer das três classes supracitadas, pois a função da ferragem varia de acordo com o local onde é empregado.

As fixações fundamentais para a estrutura do móvel, ou seja, aquelas que unem e fixam laterais à base e ao teto, podem ser classificadas como estrutural, pois sua ausência ou dano afeta à estrutura básica do produto. Aquelas utilizadas para a união de peças funcionais, como prateleiras, cabideiros, gavetas, etc. podem ser classificadas também como funcionais, pois sua ausência ou danos afetam a usabilidade do móvel. Outras, utilizadas para fixação e união de ornamentos e acessórios podem ser classificadas como estéticas. Foram observados danos à todos os tipos de fixações descritos acima.

Observaram-se ferragens, que, mesmo danificadas, continuavam a exercer suas funções de união, apoio e fixação, como, por exemplo, o suporte de varão da casa 05, apresentado anteriormente na Figura 5.22. Além de suportes, entre as ferragens danificadas existiam trapézios de fixação, dobradiças e puxadores. Também observaram-se ferragens danificadas e ainda fixadas tanto em partes já desmembras, como ainda nos próprios dos móveis, mesmo sem exercer qualquer função.

A seguir, a Figura 5.28 apresenta um armário cuja dobradiça está danificada, e contudo ainda integrada ao móvel. Pode-se ver na mesma peça, a ausência de uma das portas, causada provavelmente pela ruptura desta dobradiça.



FIGURA 5.28: Armário com dobradiça danificada e sem uma das portas. Casa 01



A ausência da porta é classificada como **dano funcional**. Este tipo de dano foi **observado em 76% da amostra** e apresentava-se pela ausência de partes dos móveis, prateleiras, ferragens e acessórios. Na Figura 5.28 pode-se ver também o empilhamento de móveis, que não faziam parte de um mesmo conjunto. Desta forma pode-se verificar que mesmo quando um conjunto é desfeito, suas partes ainda funcionais, continuam a ser utilizadas. O empilhamento é uma forma de uso não prevista do móvel que pode acarretar danos à estrutura, pois a submete a cargas para as quais não foi projetada. Outra forma de dano é a ruptura, desligamento ou ausência de alguma parte de sustentação de outra, como é o caso de bases e corrediças. Pode ser resultado tanto de dano à ferragem quanto de dano a peças ou componente ou mesmo resultado do sobrepeso. Na Figura 5.29 abaixo, vê-se uma cômoda, cujas gavetas estão desalinhadas por problemas nas corrediças.

FIGURA 5.29: Desalinhamento das gavetas: danos à corrediça. Casa 01



Este tipo de dano por ser considerado **funcional ou estrutural**, dependendo da peça que afeta. No caso da gaveta apresentada na Imagem anterior, é classificado como funcional e pode acarretar uma sequência de outros danos, visto que a gaveta tanto agride a superfície da segunda gaveta quanto imprime a esta um sobrepeso que pode levar a ruptura da corrediça.

Além do desalinhamento das gavetas, pode-se perceber na mesma imagem, a existência de peças soltas não pertencentes àquele móvel, colocadas sobre o gaveteiro. A Figura 5.30 a seguir mostra outro ângulo deste móvel no qual se pode ver que, mesmo desmembrada, uma porta de guarda-roupa era utilizada como espelho pela a família. Outras peças separadas dos móveis, como os espelhos acima, continuam a ser utilizadas pelos moradores.

FIGURA 5.30: Peças avulsas de móveis.  
Casa 01



Como ilustra a imagem anterior, existia o aproveitamento de partes de móveis já descartados, mas que podiam ser consideradas como unidades funcionais, como é o caso do espelho, ainda preso à uma porta, da imagem anterior. O móvel ao qual pertencia a referida porta não existia mais em sua totalidade e seu descarte pode ter sido causado por um dano estrutural, ou seja, um dano que afetou partes essenciais à existência física e total do móvel, como laterais, teto e base (assoalho do móvel). Apesar de observada a existência de danos em diversos graus, a **'ausência' destas partes não foi verificada** em nenhum dos móveis da amostra.

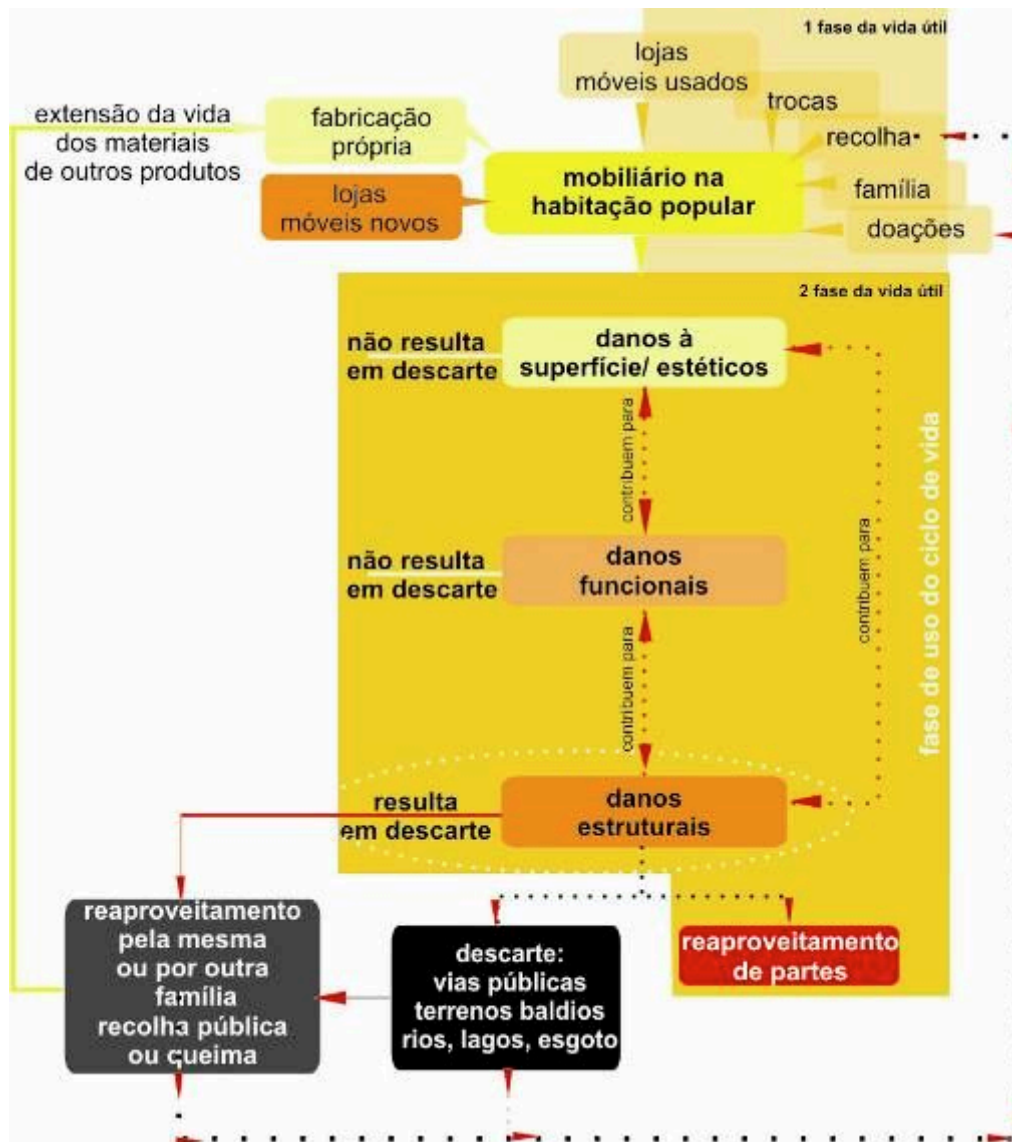
Outras peças relacionadas à estrutura do móvel, mas cuja ausência não implicavam em descarte do produto, incluíam a base (pé de sustentação) e o fundo. Ambas as peças podem refletir na estabilidade do mobiliário, ocasionando danos às demais peças estruturais, porém, na pesquisa foram observados móveis com a ausência destas duas peças, que, contudo, continuavam a ser utilizados, como mostram a Figura 5.31 a seguir.

FIGURA 5.31: Guarda-roupa desestruturado pela ausência de base. Casa 01



Assim posto, concluiu-se que **os móveis na habitação popular eram descartados somente em casos de danos estruturais graves que impossibilitassem definitivamente qualquer tipo de uso**. Danos à superfície/estéticos e danos funcionais não resultavam em descarte do móvel, porém, poderiam ser fatores contribuintes ou indutores para outros danos que poderiam levar a eliminação do todo. Estas relações são apresentadas na Figura 5.32.

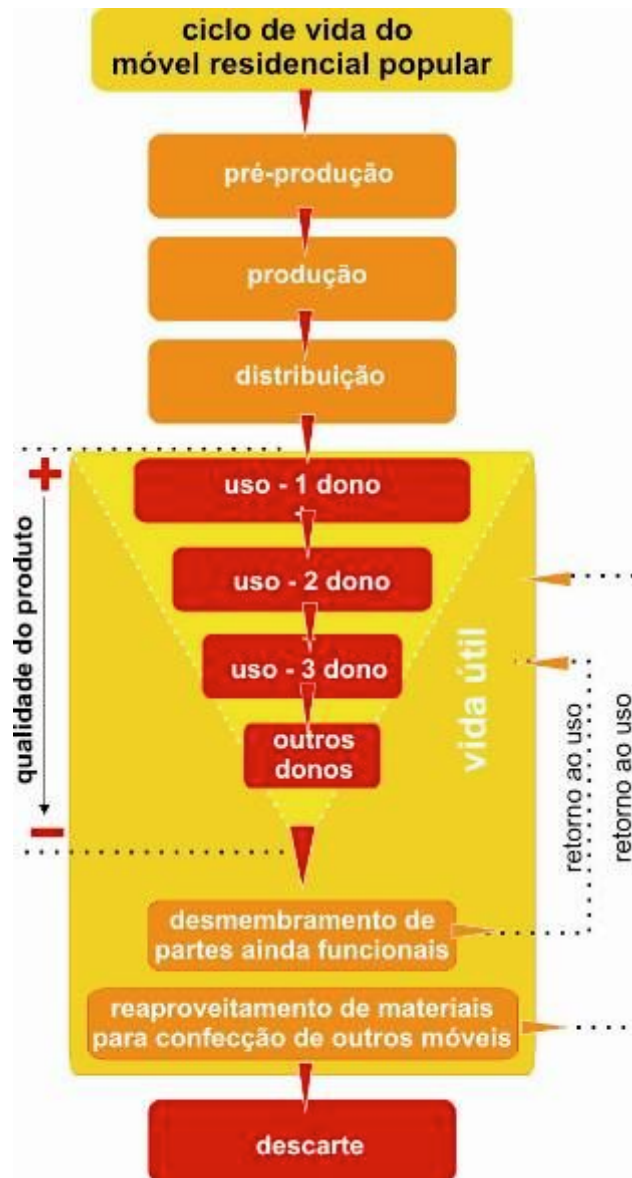
FIGURA 5.32: Danos ao mobiliário nas habitações populares



A Figura 5.32, mostra que para esta população, que ainda não tem satisfeitas suas necessidades básicas de habitabilidade, conforto e bem-estar os danos, depreciações e obsolescência estéticas não levam ao descarte prematuro do produto. Conforme os dados, os móveis para esta classe, têm sua vida útil prolongada até o limite de suas propriedades funcionais, não sendo considerados relevantes para o descarte, danos funcionais *per se*. Portanto existe uma relação longo prazo com o mobiliário, durante a qual, segundo os dados, o produto perde significativamente qualidades estéticas, funcionais e estruturais. Assim, pode-se descrever o ciclo de vida do mobiliário residencial popular através da Figura 5.33 a seguir.



FIGURA 5.33: Ciclo de vida do móvel residencial popular.



Observando a figura anterior, vê-se a importância de adaptar o produto às necessidades do usuário para manter sua integridade física e funcional e, é fato que danos, de qualquer categoria, afetam em maior ou menor grau a integridade e a funcionalidade de um móvel e podem refletir na segurança e na confiabilidade do produto, conforme alertam Manzini e Vezzoli (2005). Como forma de estabelecer a relação entre dano, confiabilidade, segurança e o descarte prematuro do produto, utilizou-se duas perguntas de estrutura aberta, formuladas juntamente com a entrevista semi-estruturada (APÊNDICE 3). Obtiveram-se resposta de ordem qualitativa cujos resultados são apresentados a seguir.

### 5.3.5.5 Confiabilidade e Segurança do Mobiliário

Quanto à confiabilidade do mobiliário de suas casas, cinco entrevistados apontaram problemas de segurança relacionados às estruturas dos móveis. Todos estes problemas advinham das junções das partes e componentes. Entre os móveis apontados como inseguros, estava um beliche, sobre o qual dormiam duas crianças. O móvel apresentava esmagamentos e ruptura dos encaixes, o que podiam colocar em risco sua estrutura e por conseqüência a seguranças de seus usuários. O encaixe da grade de proteção da parte superior, para ser mantido funcional utilizava um prego como reforço, conforme pode ser visto na FIGURA 5.34, a seguir.

FIGURA 5.34: Beliche com rupturas nos encaixes. Casa 03.



Na Casa 3, encontrou-se uma cama de casal, desmontada por problemas estruturais. A Entrevistada 3 descreveu a insegurança que sentia em relação a cama: (...) era impossível dormir nela, a gente não podia se mexer, tinha a impressão que ia cair tudo, aí cansei, desmontei, agora durmo num colchão no chão, que pelo menos não cai, nem faz barulho". O respondente pretendia descartar o móvel.

Nesta mesma residência, observou-se uma estante fechada, cujo fundo foi removido para a colocação de uma televisão de 29". Conforme aponta a Entrevistada 3, isto fazia com que a estante 'balançasse muito'. Questionada sobre o porque havia retirado o fundo do móvel, a Entrevistada respondeu: "a vizinha viajou e com medo de ladrão deixou a TV aqui em casa, aí ela é muito grande, não cabia no espaço, se a gente deixasse pra frente era perigoso ela cair e todo mundo ia ficar se batendo, então a gente tirou o fundo e ficou bom, o problema é que agora tudo balança, tomara que não caia, mas é só até a dona da TV voltar".

Na casa 01, observou-se um guarda-roupa, mostrado anteriormente na Imagem 4.45, que não possuía mais a base de apoio, substituída por tijolos. A Entrevistada 1 tinha medo que "qualquer hora ele venha viesse abaixo".

Foram descritos acidentes graves decorrentes da forma ou desestruturação do móvel. Segundo o Entrevistado 3, em sua ausência, a filha mais velha subiu sobre uma mesa posicionada ao lado do fogão, onde se encontrava um caneco de água fervendo. Sua intenção era alcançar o leite em pó, cuja lata estava em cima do armário. A mesa, cujas junções estavam provavelmente frágeis para suportar o esforço, pendeu sem quebrar, derrubando a criança sobre o fogão e sobre a água fervente. Isto que provocou queimaduras de terceiro grau a barriga criança, que necessitou ser hospitalizada. Este móvel não existe mais na casa, pois foi descartado pelo risco que representava.

O Entrevistado 2 relatou que o filhos sempre bate a cabeça no canto dos móveis e já precisou receber pontos nos cortes resultantes. Relatou também que a filha esbarrou no cabo da chaleira de água fervendo e a derrubou sobre si, necessitando ser hospitalizada. Este entrevistado fez uma colocação sobre o tamanho dos móveis e a segurança: "não sei se é a casa que é muito pequena ou os móveis que são muito grandes, mas a gente sempre se bate e se machuca".

Desta tem-se que também móveis considerados inseguros são descartados pela população de baixa renda.

#### **5.3.5.6 Poka-Yokes**

Não foram encontrados dispositivos à prova de erros integrados aos móveis que pudessem evitar lapsos ou impedir violações relacionadas à



montagem/desmontagem do móvel ou à manutenção de sua integridade física. As consequências desta realidade serão discutidas na análise a seguir.

### **5.3.6 Análise das Mini-Surveys nas Habitações Populares**

Os dados apontam que a população de baixa renda comete erros, tanto não intencionais, como intencionais em suas relações com o mobiliário. Por exemplo, analisando as manchas sobre a superfície de um rack da casa 03, apresentado na Imagem 4.1, poderiam ser levantadas algumas hipóteses sobre os erros que resultaram nestes danos, entretanto, de forma ilustrativa, propõem-se que as manchas tem sido causadas por utilização de produto químico de limpeza. Não havia nenhum tipo de informação integrada ao produto que alertasse para os corretos procedimentos de limpeza. Portanto, a intenção era correta, o procedimento era adequado, porém o meio era falho o que caracteriza um erro baseado em conhecimento, portanto não intencional.

Esta ação é diferente daquela exercida pelo usuário que inseriu um prego no encaixe rompido do beliche, como forma de estabilizá-lo. Existe aqui, a consciência do risco de manter em uso, um produto com um encaixe rompido e fragilizado, exercendo uma função de proteção contra a queda de uma criança. É um risco assumido, excluindo os motivos, através de um ato consciente, e através de uma violação.

Os erros observados eram do tipo ativo e do tipo latente. Os ativos eram aqueles que já haviam resultado em danos ao produto. Os erros latentes eram aqueles que estavam no produto, aguardando a condição ideal para sua manifestação.

Como exemplo de erro latente, pode-se retomar o caso do beliche: o prego utilizado para apoiar o encaixe parcialmente rompido, poderia dar ao usuário, neste caso uma criança, uma falsa sensação de segurança, induzindo-a a confiar na proteção oferecida pela grade. Na presença das condições ideais o encaixe poderia sofrer ruptura total, pondo em risco, não somente a integridade do produto, mas também a saúde da criança.

Apesar de poder se observar os danos, obviamente, não foi possível, como alertado anteriormente, determinar as ações e causas precisas de cada um deles,

pois, em sua maioria, os móveis da amostra eram provenientes de doações e o contexto de uso nas residências anteriores não podia, obviamente, ser observado. Não se pode precisar nem mesmo há quantas famílias havia pertencido o móvel, bem como, há quantos processos montagem, desmontagem havia sido submetido e quais condições de transporte deste produto.

Porém foi possível através dos dados coletados com a entrevista semi-estruturada (APÊNDICE 3) e roteiro de observação (APÊNDICE 4), **criar um panorama genérico do sistema de fatores que possam ter contribuído para o erro humano e, conseqüentemente, para o dano.** Este panorama é mostrado na Figura 5.35 a seguir.

**FIGURA 5.35: Fatores indutores de erros humanos causadores de danos ao mobiliário nas habitações populares**

sistema	fatores indutores/agravantes dos danos mobiliário na habitação popular	danos observados
<b>Ambiente</b>	espaço interno nas moradias ação do tempo nos processos migratórios	empilhamento de móveis adaptação das dimensões danos de superfície funcionais estruturais descarte do mobiliário
<b>Sociedade</b>	carência de habitações renda leis de gestão de resíduos	danos no processo migratório dificuldade de trocas de móveis descarte do mobiliário de forma inadequada
<b>Produto</b>	sistemas de mistos de fixação ausência de instruções de montagem ausência de design informacional	danos na desmontagem e montagem danos por cuidados inadequados com a superfície
<b>Usuário</b>	falta de treinamento em montagem/desmontagem falta de compreensão medo do processo	danos na desmontagem e montagem - superfície funcionais estruturais-
<b>Cultura</b>	não montar/desmontar móveis	danos na desmontagem e montagem superfície funcionais estruturais-
<b>Ferramentas</b>	falta de ferramentas necessárias	danos na desmontagem e montagem - superfície funcionais estruturais

Os dados permitem concluir que o mobiliário popular, durante a sua 'vida útil', sofre uma grande quantidade de desmontagens e re-montagens, parte devido à alta taxa de mobilidade da família da classe C, em relação à habitação, parte devido à principal origem do mobiliário desta classe social, ser a doação. Como

estes móveis, são, na sua maioria, doados, não usufruem mais do serviço de montador profissional ofertado por Lojas de móveis novos, conforme os dados da Mini-Survey 1, serviço este, que também não pode ser contratado diretamente pelo usuário, devido à condição financeira desta classe, apresentadas no Capítulo 1. Portanto, conclui-se que, os processos de desmontagem/remontagem do mobiliário, em algum momento, envolvem a participação do usuário final e, neste sentido, observou-se, em todas as Mini-Surveys, que, nem o usuário, nem o móvel, estão preparados para esta integração.

De um lado, têm-se, conforme os dados das entrevistas da Mini-Survey 3, o usuário inapto para o processo, com pouca ou nenhuma familiaridade com este tipo de atividade, inseguro cognitiva e emocionalmente, desprovido de ferramentas adequadas e, contudo, disposto a executar a tarefa em prol da habitabilidade e do bem-estar da família na moradia.

De outro lado, têm-se móveis que, conforme apontam os dados da Mini-Survey 1, não foram projetados para serem desmontados e menos ainda para ser 'constantemente desmontados e remontados', como exige a realidade desta população. Isto transparece ao se observar, por exemplo, a utilização de sistemas de junção permanentes nos móveis vendidos pelas lojas.

Os móveis oferecidos pelo mercado são de grande complexidade estrutural (número e variedades de peças, conforme dados da Mini-Survey 1) e empregam, além do sistema permanente, outros sistemas de junção em uma única peça, o que dificulta a compreensão do processo e do resultado final pelo usuário, considerando que como apontam os dados muitas vezes o móvel chega desmontado ao novo dono.

Além destes problemas, os dados relativos à própria moradia, mostraram que, tanto usuário, quanto produtos estão sujeitos, ainda, às condições dos ambientes da desmontagem e da montagem. As casas desta população são de pequenas dimensões, onde vivem um grande número de pessoas e, onde os espaços são exíguos, a luminosidade não é a ideal e nivelamento do terreno nem sempre é o adequado para a execução de montagens e desmontagem de móveis.

Nenhum móvel provê ao usuário, facilitadores do processo de montagem/desmontagem, como sistemas poka-yoke, por exemplo, integrados ao

produto. Também não apresenta design informacional compatível com a 'mobilidade' do produto, do usuário e mesmo com sua baixa escolaridade.

Por isso, conclui-se que o produto 'móvel popular', no que diz respeito a montagem e desmontagem, é incompatível às necessidades e realidades do usuário que propõem atender. O móvel ofertado pelo mercado não é flexível para se adaptar as mudanças que ocorrem no ambiente, ao longo do ciclo de vida da família e, o reflexo desta incompatibilidade e inflexibilidade, pôde ser claramente observado nas habitações populares, externado na forma de danos ao produto. Danos estes causados, entre outros, pelas montagens e desmontagens de produtos que não foram concebidos para serem flexíveis e adaptáveis.

Cabe ao designer compreender as reais demandas do usuário e adequar o produto a elas. Portanto, todos os dados levam a conclusão que o emprego de poka-yokes para facilitar a desmontagem/montagem, nestes produtos, poderia ser uma solução viável para grande parte dos problemas apresentados acima.

Estes dispositivos, integrados ao móvel poderiam fazer destes, processos intuitivos, simples e seguros e, desta maneira, atender as demandas dos constantes processos migratórios pelos quais passam as famílias da classe C, que foram apontados na pesquisa como problemáticos para a integridade do móvel.

Poka-yokes poderiam facilitar a desmontagem para transporte, no caso das doações, tão comuns entre esta população e remontagens executadas pelos usuários subseqüentes. Assim como, promover as adaptações ao ambiente e flexibilização do móvel às necessidades de uso, tendo em vista os espaços tão exíguos das moradias. A utilização de mecanismos poka-yoke poderia contribuir em desobrigar o uso de ferramentas (muitas vezes inexistentes, inadequadas ou improvisadas) e manuais de instrução, tendo em vista que estes não se permanecem com os móveis ao longo do seu ciclo de vida.

Dependendo da função, poka-yokes podem contribuir para processos de montagem e desmontagem, desonerando física e mentalmente estas pessoas cujo nível de escolaridade é baixo e a intimidade com montagens e desmontagem de móveis (de forma correta) é quase nula. Visto que a vida útil destes produtos nas habitações populares é longa, poka-yokes no processo de montagem/desmontagem poderiam contribuir também para a manutenção da

segurança e integridade formal e funcional do móvel promovendo o bem estar dentro das moradias da população de baixa renda.

Portanto, existem espaços para o design de soluções que considerem e contribuam para que, durante a vida útil, o móvel permaneça íntegro física e esteticamente, evitando desta forma, o descarte por obsolescência prematura, respeitando os conceitos da sustentabilidade. Os dados permitem inferir que a integração do conceito poka-yoke às estratégias do design sustentável de mobiliário pode ser uma contribuição importante, tanto no que tange à dimensão ambiental, quanto econômica e social do produto.

Os dados permitem concluir que poka-yoke é uma solução necessária e de grande potencial para evitar os erros que causam os danos que afetam a integridade e confiabilidade do produto, diminuindo sua vida útil. Desta forma pode-se concluir também que poka-yokes podem contribuir para a extensão da vida útil do móvel popular e promoção do bem-estar social e para a sustentabilidade.

## 5.4 Estudo de Caso

### 5.4.1 Visão Geral

Esta etapa da pesquisa teve por finalidade a coleta dados sobre a interação do usuário final com o produto na fase de protótipo, tendo como foco, exclusivamente, os processos de montagem e desmontagem. A realização desta fase, prescindia da confecção do **protótipo estrutural** do mobiliário-divisória da Meta Física 2 do Projeto Kits Faça-você-mesmo – NDS/UFPR/FINEP/HABITARE/MASISA, conforme apresentado anteriormente na Figura 4.1.

Antes de propor o conjunto de poka-yokes que seriam aplicados ao protótipo estrutural, as pesquisas desta dissertação, trabalharam paralelamente ao projeto do 'Mobiliário-Divisória', desde sua concepção, contribuindo com conhecimentos e gerando inferências como forma de testar alguns sistemas poka-yoke. Entretanto, o escopo desta pesquisa encerra-se na fase de protótipo estrutural, ainda que o Projeto Kits preveja o protótipo funcional.

### 5.4.2 Caracterização do Conceito do Produto Piloto

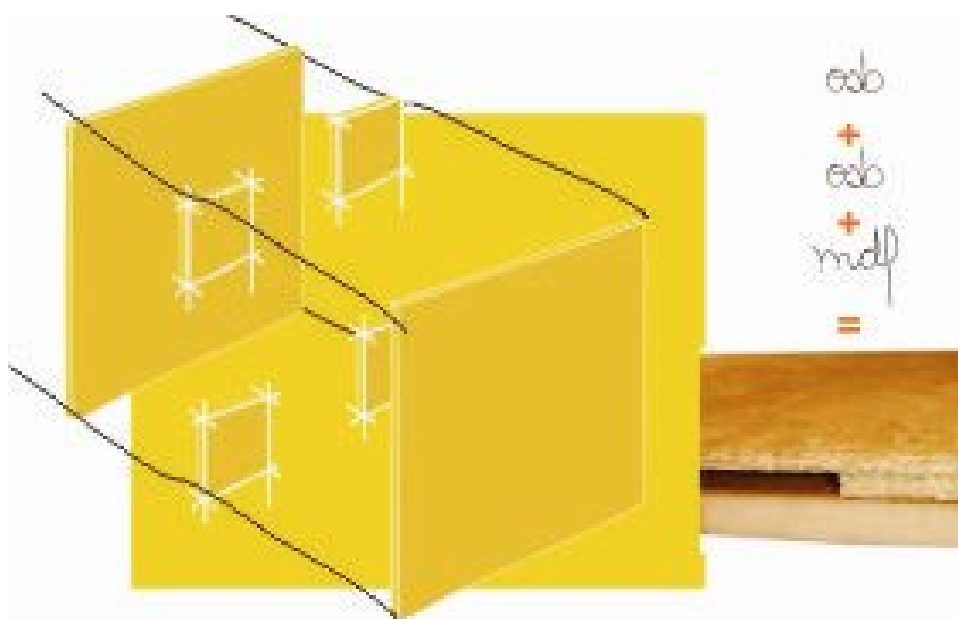
A opção selecionada para desenvolvimento pelo time de pesquisa do Projeto Kits DIY foi batizada como zig-zag, permitia o uso do móvel pelos dois ambientes que se propunham dividir (sala/quarto) (vide ilustração na Figura 5.36):

FIGURA 5.36: Perspectivas da versão Zig-Zag



Na figura acima mostra a vista superior do ambiente sala/quarto, sendo dividido pelo mobiliário-divisória. As laterais ilustram cada uma das duas faces do móvel. A necessidade de isolamento acústico do móvel demandou o projeto de placas modulares denominadas sanduíche, formadas por uma chapa de MDF, e duas chapas de OSB, com um espaço vazado entre elas, no qual o ar deveria trabalhar como isolante, conforme mostra a Figura 5.37.

FIGURA 5.37: Formação do módulo da versão Zig-Zag I

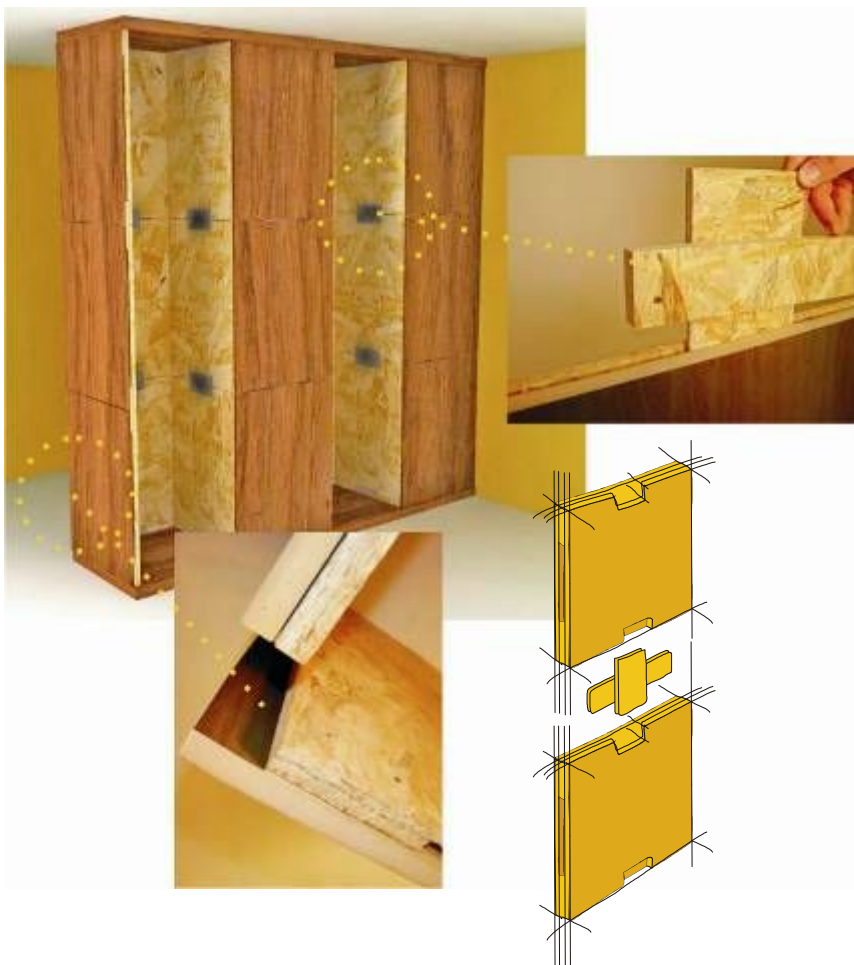




Assim, definidos formato do módulo e formato final do móvel, iniciou-se o estudo das funções poka-yoke que poderiam contribuir para evitar/mitigar erros no processo montagem/desmontagem. Utilizando como critérios, os tipos de danos observados nos móveis das habitações populares e as informações sobre o usuário, propôs-se a utilização de poka-yokes com função de detecção, empregando métodos de contato e posicionamento.

Gerou-se um primeiro protótipo, com o objetivo de conhecer materiais, avaliar dimensões e peso do módulo, bem como testar formas de junções à prova de erros. Foram criadas duas junções, uma que contemplava a união de dois módulos de topo e outra que propiciasse a união em 90°. Estas junções eram do tipo encaixe, ou seja, uniões removíveis, sem a utilização de ferragens, conforme mostra a Figura 5.38.

**FIGURA 5.38: Encaixes da versão Zig-Zag I – poka-yoke de posicionamento**

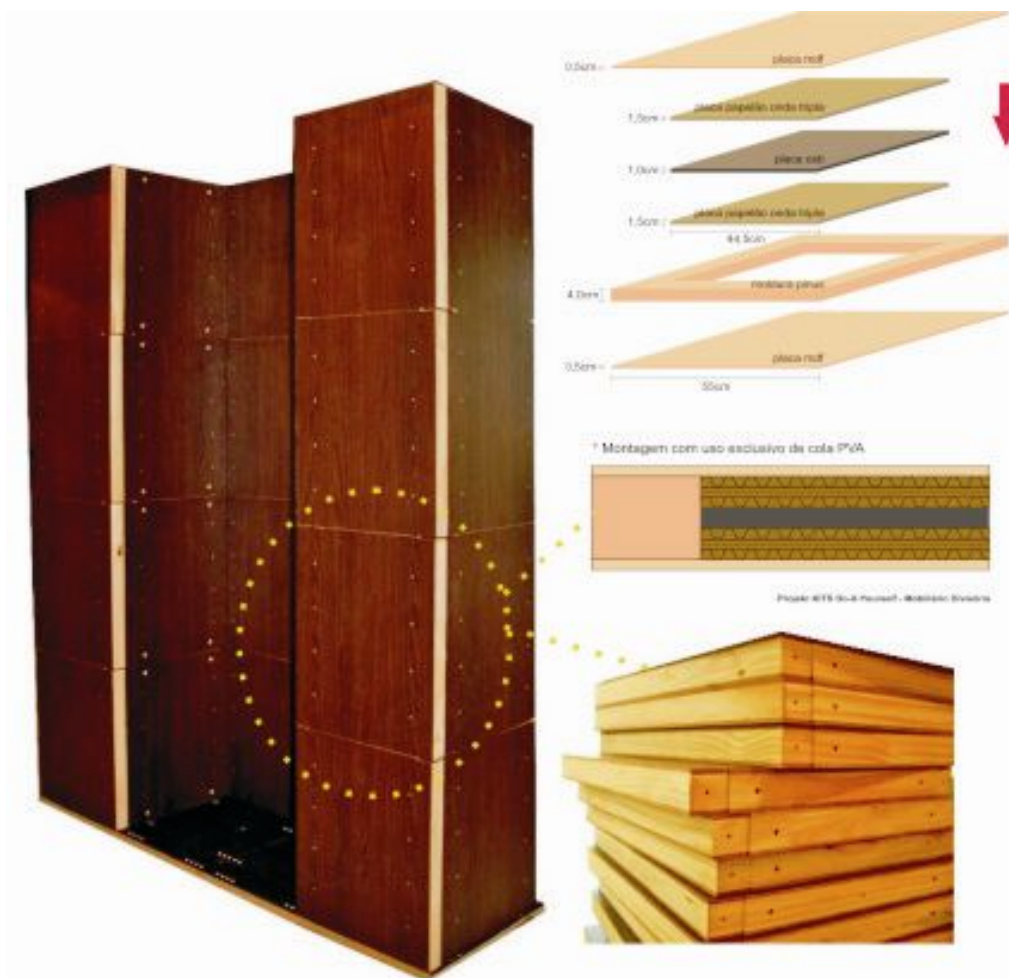


O encaixe de topo exigia uma posição específica da peça de união. Nas demais situações as peças não se uniriam. Este efeito era resultado de diferentes

tamanhos entre as chapas que criavam a peça de união, sendo, portanto, um poka-yoke de posicionamento. O encaixe em 90°, necessitava do contato perfeito entre os dois módulos, para poder continuar a operação.

Em avaliações, os módulos do primeiro protótipo apresentaram-se pesados, dificultando a montagem e os materiais empregados na confecção do módulo e encaixes, não responderam adequadamente aos processos de usinagem. Portanto, após testes internos, desenvolveu-se um segundo protótipo, cujo módulo era formado por duas placas de MDF, duas chapas de papelão onda tripla, uma chapa de OSB e um encabeçamento em pinus, conforme Figura 5.39.

FIGURA 5.39: Versão Zig-Zag II – detalhes da formação dos módulos



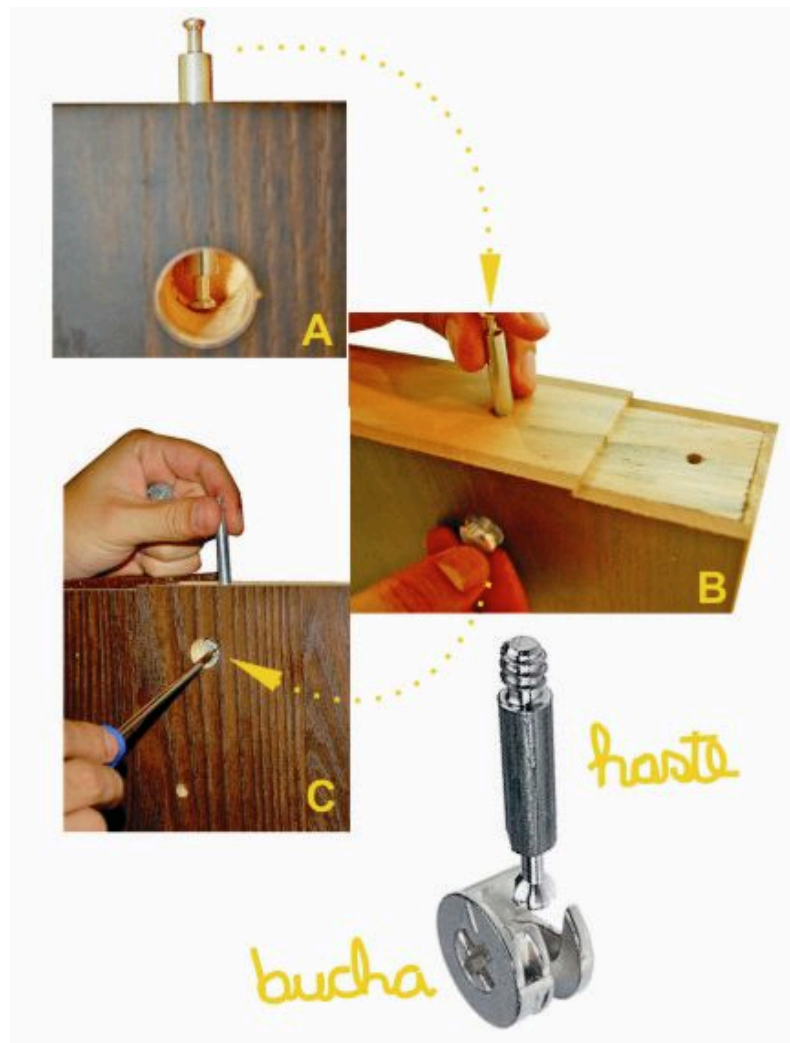
A novo sanduíche requereu novas junções. Optou-se, no entanto, por testar ferragens existentes no mercado. Selecionou-se a ferragem conhecida como MINIFIX®, cuja montagem necessita apenas do uso de uma chave de fenda e é realizada através de encaixe+giro. MINIFIX® é uma ferragem composta de duas



peças, uma haste e um tambor. Existem hastes de MINIFIX® com e sem roscas. Para este protótipo, devido às características da base, optou-se por utilizar nestas peças o MINIFIX® com rosca em uma das pontas (IMAGEM 4.1), que o fixasse em uma bucha interna de plástico, que vem integrada ao móvel. Para todos os outros módulos, optou-se pelo MINIFIX® com cabeça dupla.

A furação exigida para a fixação das duas peças (haste e bucha) possui dois diâmetros diversos o que não permitia a inserção das peças de forma errada (conforme é apresentado na Figura 5.40), considerando os princípios do poka-yoke de posicionamento e contato.

**FIGURA 5.40: Encaixes da versão Zig-Zag – MINIFIX® - poka-yoke de posicionamento e contato**



Além do MINIFIX®, criou-se uma ferragem em forma de “U” metálico utilizado para fixar os módulos entre si, através de furações paralelas feitas em rebaixos que

se encaixam, também seguindo os princípios do poka-yoke de posicionamento, conforme Figura 5.41.

**FIGURA 5.41:** Encaixes da versão Zig-Zag - U metálico – poka-yoke de posicionamento e contato



Para a base foi criado um encaixe madeira x madeira feito através de um dente nos módulos, conforme mostra a Figura 5.42 a seguir.

**FIGURA 5.42:** Encaixe da base: poka-yoke de posicionamento e contato



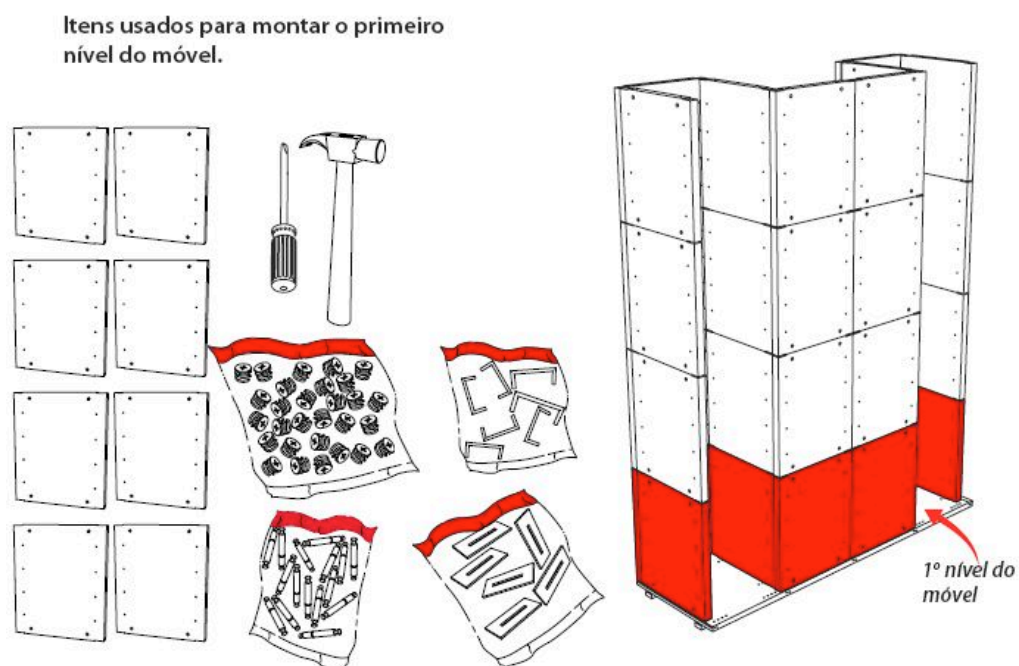
Desta forma, o protótipo estrutural que seria avaliado neste estudo de caso, pelos usuários finais, tem dimensões totais de 240x240x55 cm, é formado por uma base com quatro módulos da base, parede formada por trinta e dois módulos laterais, unidos e fixados por 16 hastes de MINIFIX® com rosca em uma das pontas, 48 hastes duplas de MINIFIX®, 112 buchas de MINIFIX®, 28 U metálico de união e 32

borrachas de vedação. A função poka-yoke empregada é a de detecção, através dos métodos de posicionamento e de contato.

Além dos mecanismos integrados ao produto, procurou-se analisar um 'sistema poka-yoke', utilizando o design informacional, através de cores. Para orientar a montagem foi desenvolvido um manual de instruções, baseado no design informacional da empresa IKEA®, cujos produtos são desenvolvidos sob o conceito Do-it-yourself.

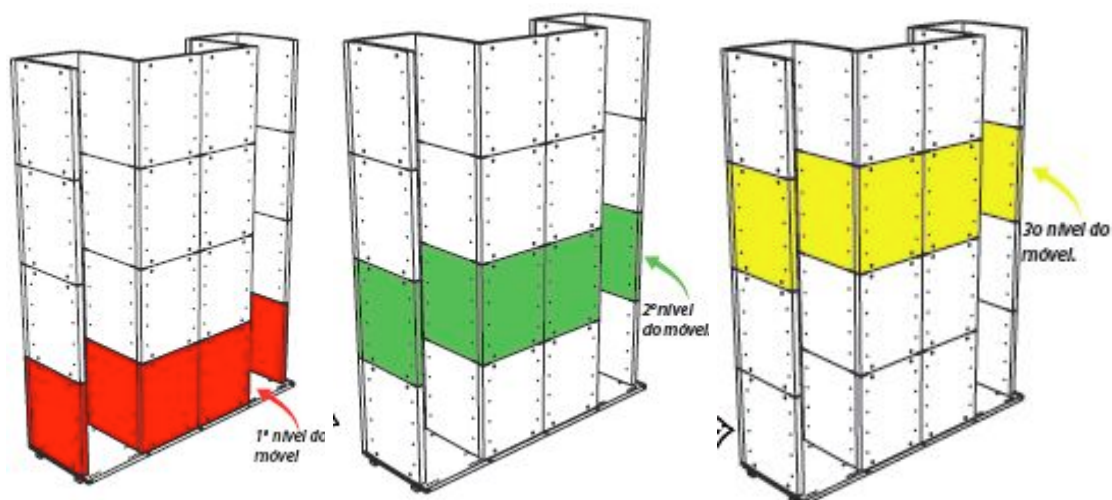
O manual inicia com a imagem do produto completo e montado. Para cada nível é apresentado o inventário de peças, componentes e ferramentas necessárias para a executar a montagem, conforme a Figura 5.43 a seguir.

**FIGURA 5.43: Inventário para o nível 1 do manual de montagem - poka-yoke em design informacional**



Como mostrou a Figura 5.43, o manual apresenta as instruções para montagem nível a nível, identificando-os por cores, conforme apresenta a Figura 5.44.

FIGURA 5.44: Instruções por cores - poka-yoke em design informacional



Seguindo as orientações de cores, apresentadas acima, criou-se um parâmetro de identificação para todas as peças do mobiliário-divisória, dos módulos às ferragens, aplicando-se também, o método poka-yoke de contagem. As ferragens foram separadas por tipo e quantidade necessárias para a montagem de cada nível, depois, colocadas em pacotes fechados identificados com mesma cor do nível correspondente. Assim o avaliador saberia a quantidade certa de peças necessárias, ao fim do processo de montagem de cada nível poderia-se verificar a existência de um erro.

Os módulos foram identificados utilizando o mesmo padrão de cor, formando conjuntos com o número de itens necessários a cada etapa, na seqüência de utilização. Juntamente foi deixado um manual de instrução dos processos montagem e desmontagem, conforme apresentado na Figura 5.45:

**FIGURA 5.45: Módulos e ferragens - poka-yokes de contagem**

Conforme apresenta a imagem acima, os módulos e ferragens foram divididos em cinco blocos de montagens identificados por cores, empregando poka-yoke de contagem, que permite alertar a ausência de peças no processo, ao final da montagem de cada nível, pela sobra de peças nos pacotes.

Junto ao Kit do Protótipo de Mobiliário-Divisória, foram deixadas as ferramentas necessárias para a realização da montagem/desmontagem: chave de fenda e martelo. Ambas figuram no inventário do manual.

Desta maneira, no protótipo estrutural que seria avaliado pelo final estavam incluídos: poka-yoke de posicionamento, contato e contagem, conforme apresentado anteriormente.

### **5.4.3 Caracterização dos Avaliadores**

Para a avaliação do protótipo, selecionou-se uma amostra, representando os moradores de conjuntos habitacionais populares da COHAB-CT, utilizando como critério de seleção a renda familiar mensal de até três salários mínimos. Todos os dez avaliadores haviam mais de 18 anos de idade e sabiam ler e escrever. Da amostra 70% tinha o ensino fundamental, destes 30% incompleto, 10% o ensino médio e 20% o segundo grau incompleto.



Os avaliadores selecionados provêm de famílias cadastradas para o Loteamento Residencial Bela Vista do Passaúna, ainda em construção pela COHAB-CT. Para a seleção da amostra foi realizada uma reunião na comunidade por intermédio da equipe da FAS - COHAB-CT, na qual foi apresentado o projeto de pesquisa para os moradores (IMAGEM 4.53). Foi solicitado o nome dos interessados em participar voluntariamente da pesquisa. Das dezessete pessoas interessadas, foram selecionados nove participantes, representando cinco unidades familiares, o que atende os critérios de número de avaliadores para a usabilidade de um produto sugerido por Nielsen e Landauer (1993b).

#### **5.4.4 Ambiente de Teste – Casa 1.0**

Para a avaliação do protótipo necessitou-se da preparação de um ambiente de teste, que simulasse as condições espaciais das moradias da amostra da Mini-Survey 3. Para isto utilizou-se a Casa 1.0. A Casa 1.0 é um conceito de Habitação de Interesse Social desenvolvido conjuntamente pelo Núcleo de Design e Sustentabilidade – NDS e Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Paraná - UFPR, com o apoio do Programa Habitare da FINEP, COHAPAR em parceria com PUC-PR, UTFPR, SINDUSCON-PR, CEIC-PR, IEP-PR, FIEP, CREA-PR e ABCP. O projeto Casa Fácil 1.0 tratou do “desenvolvimento de uma habitação de baixo custo e de boa qualidade (atendendo aos critérios mínimos de desempenho) para a população de baixa renda (renda < 3 salários mínimos), passível de ser comercializada em kits passíveis de expansão” (SANTOS, 2007). Este projeto deu origem a todos os demais projetos ‘Kits’ desenvolvidos pelo Núcleo de Design e Sustentabilidade da UFPR, dentre os quais o que contempla a presente pesquisa.

Para a realização desta avaliação, a casa passou por uma reforma, na qual foi retirada a parede divisória entre quarto e sala, restando um vão livre onde foi executada a montagem e desmontagem do mobiliário-divisória, identificado com o uso de fita isolante sobre o piso. A Casa 1.0 recebeu também a preparação para as filmagens, feitas a partir de duas janelas, uma pertencente ao ambiente do quarto, outra da sala, ambas frontais ao espaço dedicado à montagem/desmontagem. Buscando o menor nível interferência durante do processo, foram construídas duas estruturas externas à casa (FIGURA 5.46), com isolamento de luz, dentro das quais foram colocadas duas câmeras de vídeo cada.

**FIGURA 5.46:** Estrutura externa para isolar o ambiente de teste.



O interior da casa foi iluminado por lâmpadas de 60 wats. Não haviam quaisquer objetos que não os necessários à montagem/desmontagem, para que nada interferisse na observação ou captação e mesmo na observação da movimentação dos avaliadores durante a montagem.

## **5.4.5 Resultados**

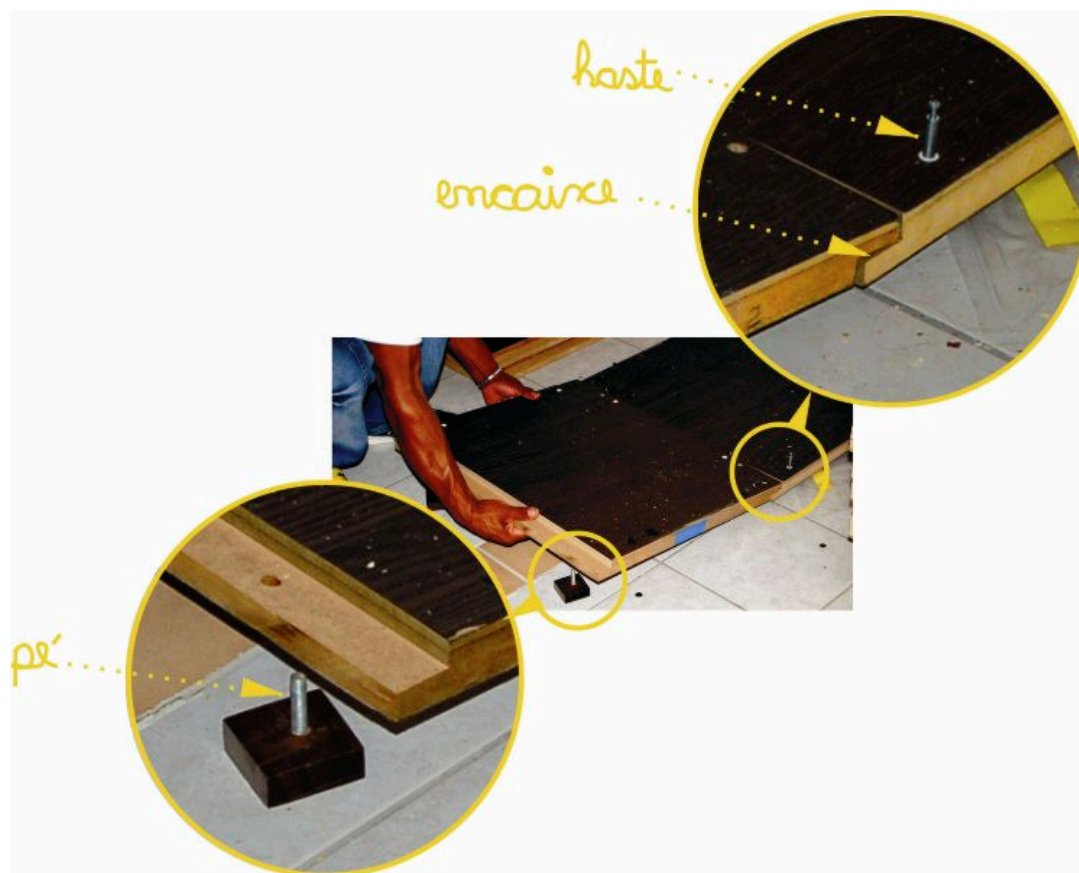
### **5.4.5.1 Observação Direta – Visão Geral**

Foi mapeada a seqüência de entrada do material e a seqüência das ações humanas ideais, necessárias para executar a atividade de montagem do protótipo, para assim identificar as operações ilegais ocorridas no processo.

O processo é formado por dois blocos principais, o primeiro refere-se à montagem da base e o segundo, a montagem do primeiro ao quarto nível de módulos. A montagem da base é feita unindo pés de apoio, módulos da base e hastes de MINIFIX® com uma das pontas com rosca. As quantidades de cada elemento já foram citadas anteriormente, juntamente com a descrição do protótipo. A forma de união destas peças é ilustrada pela Figura 5.47 a seguir.



FIGURA 5.47: Encaixes dos primeiro bloco do processo de montagem: base

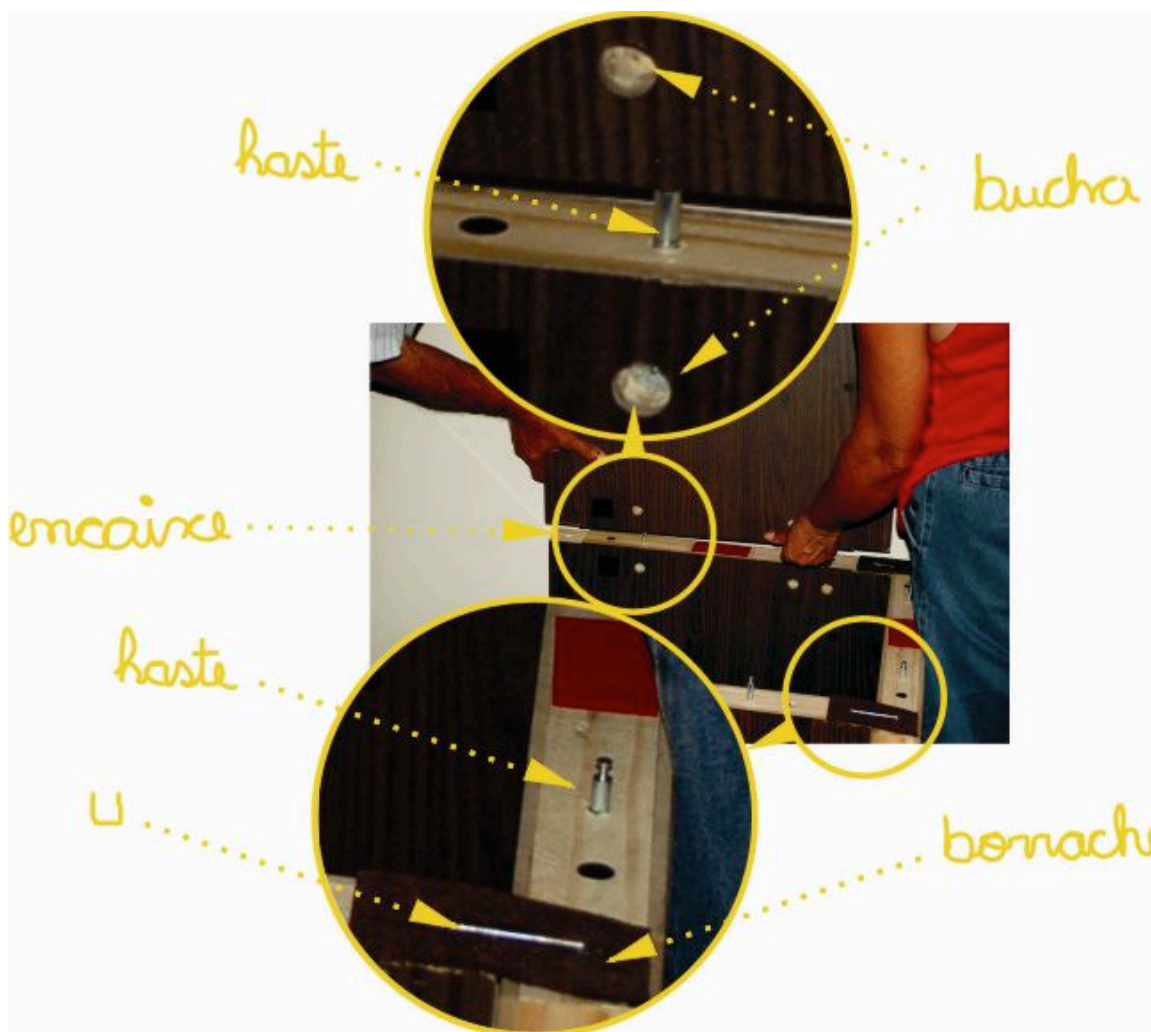


A montagem da base termina com a colocação das hastes do MINIFIX® com rosca, que pode tanto ser realizado com o auxílio de uma chave de fenda, como somente com os movimentos das mãos.

Neste momento inicia-se o segundo bloco de montagem que é formado pela união dos módulos laterais através do MINIFIX® com ponta dupla, buchas de MINIFIX® e U metálico. A proteção do U metálico é feita pela colocação de uma borracha de vedação.

A seqüência e forma de inserção da haste do MINIFIX® e da bucha do MINIFIX®, já foram apresentadas anteriormente na Figura 5.40. Também foi apresentada a forma de inserção do U metálico na Figura 5.41, que pode ser feita com o auxílio de um martelo, ou simplesmente utilizando a pressão das mãos. A Figura 5.48 a seguir apresenta o sistema de encaixes que é utilizado do nível 1 ao nível 4 do protótipo.

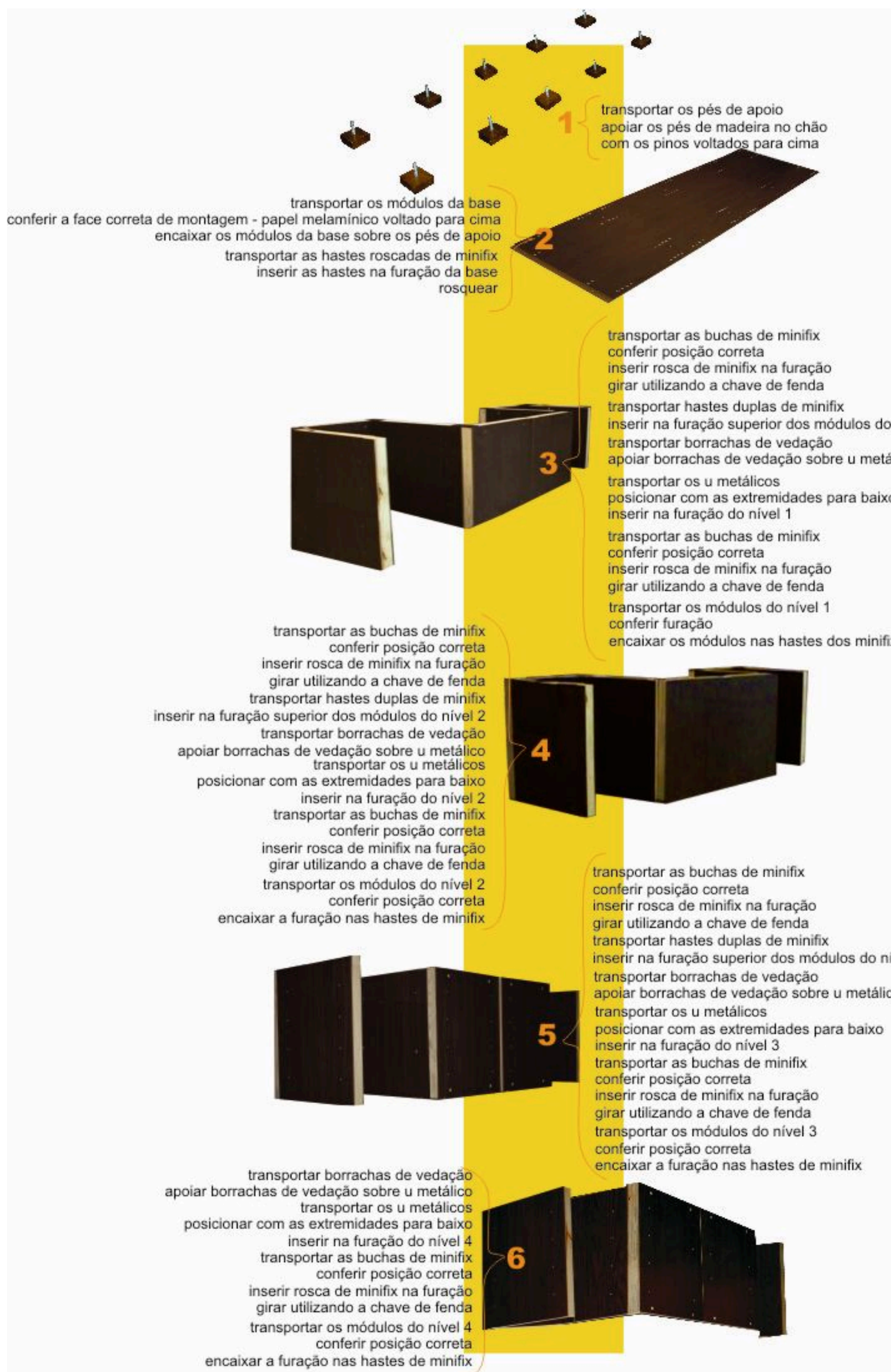
FIGURA 5.48: Encaixes dos segundo bloco do processo de montagem - laterais



Os encaixes mostrados anteriormente são repetidos para unir todos os módulos, em todos os níveis, com exceção da base. O processo se inicia em uma fase preparatória, com a recepção e conferência das peças e leitura do manual de montagem. O manual de montagem deve ser consultado antes de iniciar a atividade, pois contém o inventário das peças necessárias para cada etapa, as ferramentas que devem ser utilizadas, a sequência ideal, detalhes dos procedimentos requeridos, além de apresentar o padrão de cores que identificam cada nível de montagem.

A Figura 4.49 a seguir apresenta a árvore de montagem do protótipo, com foco nas ações ideais do avaliador, através da qual se identifica a ocorrência dos erros.

FIGURA 5.49: Árvore da Seqüência Idealizada para o Processo de Montagem



Para a realização da avaliação do protótipo, foi trazida à UFPR a equipe de dez avaliadores, vindos do Loteamento Bela Vista do Passúna. Como Robson (2006), sugere esclarecer aos participantes todos os passos do procedimento antes de iniciar a avaliação, todos os avaliadores foram reunidos na Casa 1.0, onde primeiramente foram apresentadas as etapas da pesquisa, o espaço da atividade, os materiais a serem utilizados e os pesquisadores envolvidos.

Foram apontadas a presença das câmeras de filmagens e fotográficas, assim como gravadores de áudio e foi solicitado o preenchimento da Autorização de Uso de Imagem e Som (APÊNDICE 1).

Os avaliadores foram divididos em três equipes de dois e uma equipe de três pessoas, procurando manter a os laços familiares: marido e esposa, mãe e filha, etc.. As equipes foram então, retiradas do ambiente para responder primeiramente ao questionário de familiaridade tecnológica (APÊNDICE 6) que teve por finalidade coletar dados sobre o repertório pessoal de cada avaliador e traçar um perfil geral da amostra relativo à atividades de montagem/desmontagem, ferramentas e ferragens, que pudessem auxiliar na análise das dificuldades e erros ocorridos durante a avaliação do protótipo.

Para coletar dados sobre experiências anteriores com o uso ferramentas e ferragens, utilizou-se um quadro, cujos itens foram selecionados à partir dos dados obtidos com a mini-survey 3 nas habitações populares. Os dados apontaram o martelo, a chave de fenda e alicate como as ferramentas mais conhecidas, bem como pregos e parafusos como ferragens mais utilizadas.

Como o protótipo empregava o MINIFIX®, procurou-se definir o grau de familiaridade dos avaliadores com esta ferragem. Desta forma obteve-se o panorama apresentado a seguir com o Quadro 5.9.

QUADRO 5.9: Familiaridade dos avaliadores com ferramentas e ferragens.

	Itens	Conhecia		Havia utilizado	
		Sim	Não	Sim	Não
<b>Ferramentas</b>	Martelo	100%	0%	100%	0%
	Chave de fenda	100%	0%	100%	0%
	Alicate	100%	0%	90%	0%
	Serra	100%	0%	100%	0%
	Furadeira	100%	0%	50%	50%
<b>Ferragens</b>	Parafusos	100%	0%	100%	0%
	Pregos	100%	0%	100%	0%
	Minifix	0%	0%	0%	0%

Após traçar o perfil dos avaliadores em relação a ferramentas e ferragens procurou-se coletar dados sobre familiaridade com atividades de montagem e desmontagem. Para isto foram utilizadas perguntas que abrangeram desde jogos até especificamente móveis. Assim posto, teve-se que 50% da amostra nunca havia brincado com jogos de montar, montado quebra-cabeças ou eletrodomésticos (aspirador, liquidificador, etc). Entretanto, 70% da amostra já havia montado um móvel, dos quais, 60% haviam montado guarda-roupas, 10% armários e 10% camas, beliches e estantes.

Quanto a manuais de instrução e instruções de montagem, 70% da amostra não tem o hábito de lê-los e 100% disseram que desenhos facilitam a compreensão da atividade a ser desenvolvida. Em relação à móveis do tipo faça-você-mesmo, 50% da amostra já tinha ouvido falar. Questionados sobre como transportariam um móvel deste tipo para casa, 40% apontaram o frete como a melhor solução, 40% o veículo próprio e 20% responderam que não comprariam móveis em locais que oferecessem entrega e montagem.

O objetivo da avaliação do protótipo foi coletar dados qualitativos sobre a interação do usuário final com o protótipo estrutural de um mobiliário-divisória, tendo como foco, as 'ações' de montagem e desmontagem do produto.

Como os dados da Mini-Survey 3 apontaram que estas atividades fazem parte das demandas sociais da classe C e que os erros que ocorrem durante estes processos



afetam a integridade física do móvel, procurou-se, através da observação direta destas ações, identificar os pontos de contato no sistema, que resultam em erros. Paralelamente, procurou-se avaliar a eficácia do sistema poka-yoke proposto durante a pesquisa e integrado ao protótipo 2 e ao design informacional do mesmo.

Desta forma, a avaliação do protótipo, como destacado anteriormente, foi realizada por 9 moradores de um conjunto de habitações populares da COHAB-CT. Os avaliadores foram separados em duplas e receberam as instruções sobre a atividade que iriam executar: **montar ou desmontar o protótipo**. A cada grupo, foi entregue em mãos o manual de montagem do protótipo. Foi pedido às equipes que expressassem em voz alta dúvidas, sensações (desconforto, medo, insatisfação), dificuldades, facilidades e outros, durante toda a atividade. Os avaliadores foram alertado que o observador não responderia a perguntas após iniciado o processo.

O protótipo encontrava-se desmontado, os módulos, conforme descrito anteriormente, estavam empilhados, separados por nível e sinalizados com cores correspondentes às cores utilizadas no manual de montagem. Sobre cada pilha de módulos, encontravam-se saquinhos plásticos, também sinalizados com as cores do nível correspondente, que continham a quantidade exata de ferragens e componentes necessários para a fixação daquele nível, conforme mostra a Figura 5.50 a seguir.

FIGURA 5.50: Apresentação do protótipo para a avaliação.



Ao lado dos módulos encontravam-se as ferramentas necessárias para a atividade: chave de fenda e martelo. A cada equipe foi entregue o manual de montagem e

mostrado o local onde deveria ser montado o móvel, solicitando que, caso realizassem a desmontagem do móvel, as peças fossem retornadas as posições iniciais para possibilitar a avaliação pela dupla subsequente. A partir deste momento eram respondidas às últimas perguntas e tinha-se início o processo.

#### 5.4.5.2 Grupo 1: Avaliadores 1 e 2

O primeiro grupo de avaliadores era composto por mãe (avaliador 1) e filha (avaliador 2). O avaliador 1 iniciou o processo com foco nas peças, enquanto o avaliador 2 consultou o manual de montagem, procurando se orientar por ele, conforme pode ser observado na Figura 5.51 a seguir.

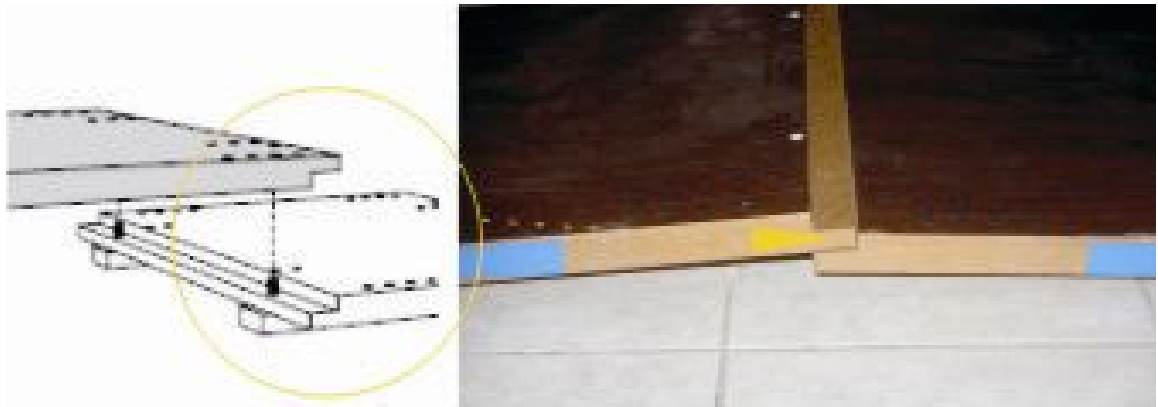
**FIGURA 5.51: Primeiras ações dos avaliadores do Grupo 1**



O avaliador 2 percebeu a relação entre as cores do manual cores e cores dos módulos e sacos plásticos que continham as ferragens, verbalizando este entendimento. Por iniciativa do avaliador 2, a montagem foi iniciada com as peças que formavam a base. Ao voltar a atenção as peças, o manual foi deixado no chão e iniciou-se uma série de tentativas e erros para a montagem da base, que resultaram na inversão da posição do encaixe, impossibilitando a montagem, conforme mostra a Figura 5.52 a seguir. Portanto, este poka-yoke de forma mostrou-se pouco efetivo.



**FIGURA 5.52:** Posição correta apresentada no manual e posição incorreta dos módulos da base durante a montagem pelo Grupo 1.



A avaliadora 1 falou que estava nervosa e que não conseguiria montar o móvel pois era muito difícil. Falou também que não podia demorar, pois tinha deixado o filho de um ano em casa e precisava amamentá-lo. Em uma segunda tentativa, houve sucesso na montagem da base do móvel, dando início à montagem do primeiro nível do móvel. Sem consultar o manual os avaliadores procuraram se guiar apenas pela forma das peças, ignorando a necessidade do uso das ferragens para unir os módulos do primeiro nível à base.

Após diversas tentativas, durante as quais foi expressada insatisfação, frustração e raiva, o avaliador 2 retomou o manual, percebendo a demanda da ferragem. Entretanto foi utilizada a ferragem errada para realizar a junção o que impossibilitou a montagem. Neste momento a avaliadora 1 pediu para interromper o processo, pois se sentia incapaz de finalizar a tarefa. Ocorreu a interferência do observador que auxiliou na montagem correta da base e ensinou como unir o módulo do primeiro nível a base. Após a interferência, deu-se prosseguimento ao processo, porém, este foi novamente interrompido após a finalização da montagem do primeiro nível. A avaliadora 1 encontrava-se muito nervosa e se negou a prosseguir.

#### **5.4.5.3 Grupo 2: Avaliadores 3 e 4**

Devido à grande dificuldade apresentada pelo primeiro grupo de avaliadores no posicionamento dos módulos da base, foi empregado o método poka-yoke de posicionamento. Este poka-yoke foi aplicado através da adesivagem do piso, orientando os locais, posições e seqüências corretas dos módulos, para a

montagem da base mobiliário. A mesma sequência foi aplicada ao produto, conforme mostra a Figura 5.53 a seguir.

**FIGURA 5.53:** Marcações no protótipo e no piso para orientar avaliadores.



Esta interfência apontou para a oportunidade de prever para o kit do produto uma forma de orientação para ser colocada sobre o piso da residência, contendo as dimensões finais da base do produto, posições e sequências de montagem. Isto poderia auxiliar os usuário a determinar, por exemplo, o local ideal para montar o móvel e evitar erros nos primeiros passos da atividade.

Terminada a aplicação do poka-yoke de posicionamento, foi recebido o segundo grupo de avaliadores, composto por um casal: marido (avaliador 3) e esposa (avaliador 4), responsáveis pela tarefa da montagem do móvel. A atividade foi iniciada sem a consulta ao manual de montagem. Ignorando o manual, o grupo colocou os módulos da base sem colocar primeiramente os pés do móvel, conforme apresenta a Figura 5.54. Ao perceber sua existência, procuraram encaixá-los na parte superior dos módulos da base.

**FIGURA 5.54:** Ordem correta de montagem apresentada pelo manual e ordem incorreta de montagem da base executada pelo Grupo 2.



Após um período em que diversas tentativas foram mal sucedidas, o observador foi autorizado a interferir no processo, alertando (novamente) para a existência do manual. De posse do manual os avaliadores encaixaram corretamente os pés do móvel finalizando a montagem da base. Não foi percebido pelo grupo o padrão de cores de identificação dos níveis e na busca das hastes do MINIFIX® o grupo misturou todos os sacos, a partir do qual por tentativa e erro iniciaram a montagem do primeiro nível (vide Figura 5.55).

**FIGURA 5.55:** Falha no poka-yoke em design informacional

Após fixar dois módulos, o avaliador 3 verbalizou: “é só pegar o jeito que é moleza, mas é um quebra-cabeças – tem que quebrar um pouco a cabeça!”. Neste momento o avaliador 4, na tentativa de encontrar o furo no módulo do primeiro nível para encaixar o MINIFIX® fixado na base, prensou o dedo entre os módulos, exprimindo a dor (FIGURA 5.56).

**FIGURA 5.56:** Problemas com o encaixe de topo da haste de MINIFIX®.

Concluíram a montagem do primeiro nível. Para iniciar o nível 2, avaliador 4 procurava seguir o manual e avaliador 3 procurava compreender as formas do móvel e suas relações com o MINIFIX®, conforme mostra a Figura 5.57 a seguir.

**FIGURA 5.57: Compreensão do conjunto MINIFIX®.**



O avaliador 3, ao não conseguir encaixar a bucha do MINIFIX® em um módulo do nível 2, retirou o módulo e bateu neste com o cabo da chave de fenda, que durante todo o tempo manteve no bolso da calça. Em algumas etapas da montagem do nível 2, a bucha do MINIFIX® não foi colocada na posição correta, prevista no manual, causando erros de montagem. Em uma tentativa de encaixar a haste na bucha do MINIFIX®, o avaliador 3 utilizou o martelo, conforme mostra a Figura 5.58 a seguir.



**FIGURA 5.58:** Violação da instrução de montagem do MINIFIX®.



Também foi ignorada a fixação entre os módulos, feitas com o emprego do U metálico, em todo o nível 2, conforme apresenta a Figura 5.59 a seguir. Isto ocorreu devido a dupla estar realizando tarefas paralelas: enquanto o avaliador 3 colocava buchas e hastes do minifix, o avaliador quatro colocou as borrachas de vedação antes de ter colocado os U metálicos, dificultando a visão que alertava para a sua ausência.

**FIGURA 5.59:** Violação da inserção do U metálico.



Este erro provocou movimentos de avalanche do módulos, que poderiam resultar em queda da peça, sem a fixação correta, conforme mostra a Figura 5.6o a seguir.

**FIGURA 5.6o: Movimento de alavanca do módulo – erro latente.**



Como o grupo se preparava para iniciar a montagem do nível 3 sem ‘travar’ os módulos do nível 2 e esta era uma ação de risco, foi realizada uma nova interferência do observador, para alertar para o perigo e solicitar o travamento dos módulos.

Durante a montagem do nível 3, o grupo compreendeu que a bucha do minifix “tinha jeito certo pra por” e que a haste tinha que estar na altura correta para poder travar. Foi verbalizada pelo grupo a preocupação com os filhos que estava sozinhos em casa. Foi verbalizada também a insatisfação do grupo em relação às ações um do outro: “se fosse em casa a gente já tinha brigado, você já viu um casal montar um móvel sem brigar?”

Também no terceiro módulo utilizaram as ferramentas para bater nas ferragens, bem como não colocaram os U metálicos para travar. Entretanto o movimento de pêndulo de um módulo, alertou o perigo para o avaliador 4 que disse: “espera que vou colocar as travinhas”, terminando assim a montagem do nível 3.



A altura do móvel dificultava a montagem e o avaliador 4 exclamou: “eu não alcanço”. Houve a necessidade de subir em uma cadeira para realizar a montagem de todo este nível. Como os avaliadores estavam trabalhando em lados opostos do móvel, era necessário que descessem da cadeira para buscar as ferragens, deixando os módulos destravados, com risco de queda.

Para diminuir a quantidade de descidas, o avaliador ambos os avaliadores utilizaram bolsos e mesmo a boca para segurar o maior número de ferragens possível, como também deixaram apoiadas as ferramentas sobre os módulos. A altura também dificultou o encaixe das travas pois não permitia a visualização dos furos, como pode ser visto na Figura 5.61 a seguir.

**FIGURA 5.61: Montagem do último nível do mobiliário-divisória.**



Além da altura dificultar a visualização da furação, ainda a proximidade do teto dificultou a elevação do módulo para poder encaixar a furação no minifix fixado no módulo 3. Além disso, também o uso das ferramentas foi dificultado pela

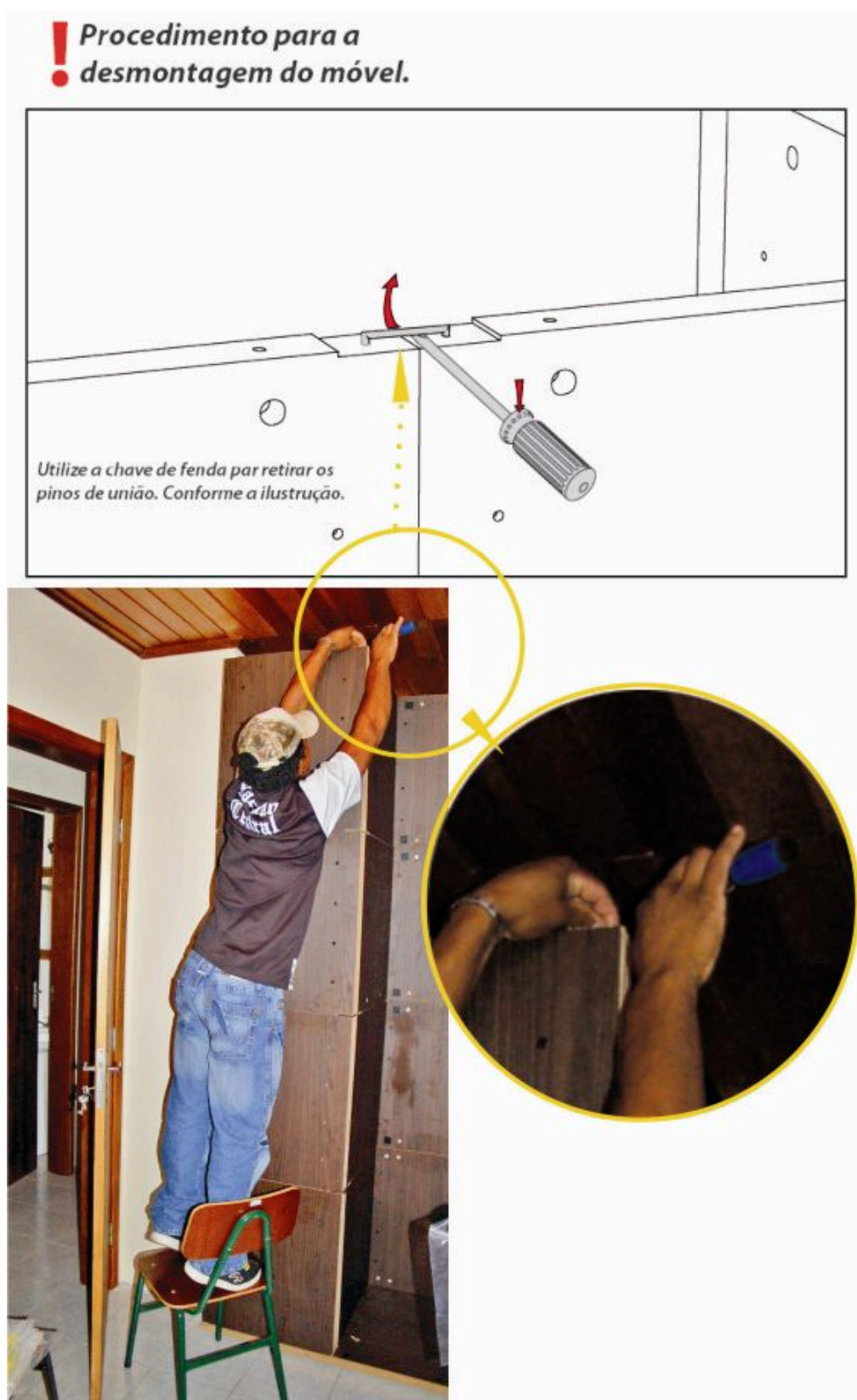
proximidade do teto. Após travar todos os módulos do nível 4, a montagem completa do móvel foi concluída pelo grupo 2.

#### **5.4.5.4 Grupo 3: Avaliadores 5 e 6**

O grupo 3 era formado também por um casal, sendo o marido o avaliador 5 e a esposa o avaliador 6. Este grupo ficou responsável pela desmontagem do móvel e começou sem consultar o manual de montagem. Para a desmontagem do quarto nível, os avaliadores iniciaram apenas movimentando os módulos, procurando 'entender' como estavam fixados. Tiveram a percepção de que algo os travava na parte superior. Para verificar o avaliador 5 subiu em cadeira e tateou o local, pois a visualização direta do encaixe não era possível pela altura em que se encontrava.

Ao ter certeza da existência da ferragem e perceber que conseguia extraí-la utilizando somente a pressão dos dedos, o avaliador buscou uma chave de fenda para fazer o movimento de alavanca que possibilitasse a extração. Esta ação estava prevista no manual e foi realizada sem a consulta ao mesmo, conforme ilustra a Figura 5.62 a seguir.

FIGURA 5.62: Problemas com o encaixe de topo da haste de MINIFIX®.



Tateando a parte superior dos módulos, o avaliador 5 retirou, com auxílio de chave de fenda, todas as travas entregando-as para o avaliador 6. Após retirar as travas o avaliador 5 retirou os módulos do quarto módulo, revelando que nenhum dos MINIFIX® havia sido travado pelos avaliador do grupo 2 e portanto, o que mantinha todo o quarto nível montado era o travamento pelo U metálico.

Ao visualizar as marcações de cores nos módulos, os avaliadores as associaram às cores dos sacos plásticos e perguntaram se “era cor com cor”. Durante a desmontagem do nível 3, rompeu-se um dos U metálicos, como pode ser visto na Figura 5.63 a seguir. Contudo, não o móvel não previa peças sobressalentes para a eventualidade de quebras como esta.

**FIGURA 5.63: U metálico rompido durante a desmontagem.**



Em relação às demais ferragens, durante a desmontagem pode-se observar que apenas um MINIFIX®, fixado à base, havia sido travado pelo grupo 2. As demais etapas transcorreram velozmente e sem erros. O grupo desmontou rapidamente todo o móvel, refazendo os conjuntos de módulos e ensacando todas as ferragens.



#### 5.4.5.5 Grupo 4: Avaliadores 7, 8 e 9

O grupo 4 foi formado por um casal, sendo marido o avaliador 7 e esposa o avaliador 8 e mais um 'vizinho' da comunidade, avaliador 9. Este arranjo ocorreu devido a ausência de um dos avaliadores que faria parte do teste.

Esta equipe ficou responsável pela montagem e também pela desmontagem do protótipo. Como ambas preconizavam a participação de duas pessoas, portanto optou-se por criar uma equipe de três avaliadores, para que todos pudessem passar pelo processo apenas uma vez, com a oportunidade de comparar a desmontagem feita por um grupo leigo e outro que já havia passado pelo processo da montagem.

O grupo 4 iniciou a atividade sem consultar o manual. O avaliador 9, sem ter a percepção das relações entre as cores marcadas nos módulos e nos saquinhos plásticos (não havia ainda consultado o manual para poder tecer qualquer relação com este elemento), jogou todos os saquinhos de ferragens no chão procurando entender o que eram, segundo mostra a Figura 5.64 a seguir.

FIGURA 5.64: Violação dos procedimentos de preparação para a montagem.



A equipe se dirigiu diretamente para as peças, procurando 'descobrir' o que deveria ser feito. Começaram por colocar os módulos da base sobre o piso e perceberam a marcação feita com a fita isolante, mas não compreenderam o que deveria ser feito com elas.

A montagem da base, sem consulta ao manual, levou a uma série de erros, como a colocação em posições incorretas e não observância dos pés de apoio.

Após uma série de tentativas a equipe percebeu a existência dos referidos pés, porém não soube o que fazer com eles, iniciando novamente uma série de tentativas e erros, ainda sem consultar o manual, como o apresentado na Figura 5.65 a seguir. Nesta imagem pode-se ver o avaliador procurando encaixar o pé de apoio sobre os módulos da base.

**FIGURA 5.65:** Erro por conhecimento no encaixe do pé de apoio da base



Após a falência desta tentativa, ainda sem consultar o manual, os outros dois avaliadores procuraram realizar o encaixe desta peça, levantando o módulo da base e procurando um local adequado, conforme pode-se observar na Figura 5.66 a seguir.

**FIGURA 5.66: Erro por conhecimento no encaixe do pé de apoio da base**

Dada a estagnação processo, houve a interferência do avaliador para alertar para o uso do manual de montagem. Assim pôde ser concluída a montagem da base. Ao iniciar a montagem do primeiro nível, teve também início, uma série de erros. Para a fixação dos módulos deste nível na base fazia-se necessária primeiramente a colocação de hastes de MINIFIX® com um lado roscado, conforme apontava o manual (FIGURA 5.67)

**FIGURA 5.67: Instrução para introdução do MINIFIX® da base.**

Porém, novamente o manual foi ignorado tanto pelo avaliador 7, quanto pelo avaliador 9. Enquanto o avaliador 8 procurava compreender as demandas pelo manual, o avaliador 7 falou: “larga esse caderninho aí e vamos trabalhar!”.



A Figura 5.68 a seguir, mostra, no detalhe 1 que o avaliador 9, que já havia misturado todas as ferragens, procurou encaixar a haste de MINIFIX® sem rosca, no local reservado para a haste rosca. Após perceber o erro procurou, entre as ferragens caídas, a haste rosca (detalhe 2) e a encaixou corretamente (detalhe 3).

**FIGURA 5.68: Erro por conhecimento no encaixe do MINIFIX® da base**



Após o encaixe das hastes rosca, o grupo procurou a encaixar os módulos do nível 1, porém utilizando a furação errada. O erro só foi percebido pelo avaliadores no momento em que tentaram colocar os U metálicos e estes não encaixaram na furação, conforme mostra a Figura 5.69 a seguir.

**FIGURA 5.69: Erro por conhecimento no encaixe dos módulos do primeiro nível**



Neste momento, a equipe teve a consciência do erro, entretanto não conseguiu resolvê-lo, havendo a necessidade de nova inferência do observador, para promover a conclusão da montagem do nível 1.

Ao iniciar a montagem do nível 2 foi relatada a dificuldade de encontrar o local exato da furação para receber a haste do MINIFIX®, pois esta não podia ser diretamente visualizada sem correr o risco de deixar cair o módulo.

Como solução os avaliadores utilizaram as mãos para tatear o local exato furo e conduzir o encaixe. Entretanto, pelo peso do módulo, o avaliador 8 teve os pulsos pressionados pelo produto. Como forma de ajudar a removê-los, o avaliador 9 inseriu uma chave de fenda que serviu como apoio, conforme apresenta a Figura 5.70 a seguir.

**FIGURA 5.70: Problema com o encaixe de topo do MINIFIX®.**



Deste momento em diante a chave de fenda substituiu o tato como guia para a localização da furação. Após o término da montagem do nível 2, o grupo se mostrou cansado, sendo que o casal encontrava-se preocupado com os filhos deixados com uma vizinha.

Desta forma a equipe solicitou a interrupção do processo. O observador cogitou a possibilidade da realização da desmontagem do que estava pronto, que foi aceita

pela equipe. A desmontagem ocorreu sem erros e velozmente, encerrando a participação do grupo 4 no teste.

Após finalizada a atividade de montagem ou desmontagem do protótipo, todos os avaliadores responderam a uma entrevista pós-processo, cujos resultados são apresentados a seguir.

#### 5.4.5.6 Entrevista Pós-Processo

A realização das atividades de montagem e de desmontagem do protótipo demandavam do usuário principalmente a visão, o tato e condições físicas para levantar peso (membros e coluna), sendo que deficiências em qualquer um destes, poderia ter reflexos nas fases da recepção da informação ou na execução da ação, conforme apresentado no Capítulo 2.

Assim sendo foram feitas aos respondentes quatro perguntas cujos resultados são apresentados no Quadro 5.10 a seguir:

**QUADRO 5.10: Aspectos físicos dos avaliadores.**

Pergunta:	Problemas físicos		Uso de óculos		Problemas p/ levantar peso		Gravidez / amamentação	
Avaliador N°	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>8</b>

Conforme apresentou o quadro anterior, 66,7% da amostra apresentavam algum problema físico que poderiam ser indutor ou contribuintor de erros durante o de montagem e desmontagem do móvel.

A compreensão do manual de montagem e dos elementos visuais aplicados ao produtos, eram fundamental para a correta realização da atividade. Portanto a segunda parte da entrevista tratou dos aspectos cognitivos dos avaliadores relativos

à compreensão do design informacional aplicado ao produto e ao manual de montagem.

Isso posto, 33,3% dos respondentes afirmaram não terem utilizado o manual, não podendo responder às perguntas. Os dados coletados dos demais avaliadores é apresentado no Quadro 5.11 a seguir

**QUADRO 5.11: Compreensão do design informacional.**

Design Informacional	sim	não
Compreendeu a atividade através leitura do manual	11,1%	55,6%
Necessitou da leitura do texto	44,4%	-
Necessitou somente do desenho	22,2%	-
Percebeu o padrão de cores entre manual e peças	100%	0%
Esta identificação foi útil para a montagem	100%	0%

Conforme os dados apresentados no quadro anterior, a única forma de informação compreendida por 100% da amostra foram os padrões de cores. Todas as demais informações não foram completamente compreendidas pela totalidade dos respondentes.

Para montar e desmontar o protótipo corretamente, foi necessária a utilização de instrumentos e ferragens. Com relação ao uso dos instrumentos (chave de fenda e martelo) nenhum dos entrevistados relatou dificuldades de uso. Já em relação às ferragens (minifix e U metálico) todos os entrevistados relataram ter encontrado dificuldades de compreender como funcionava o MINIFIX®, pois jamais o haviam visto.

Como os aspectos formais do produto também comunicam, bem como suas grandezas físicas podem levar a erros humanos, a quarta parte da entrevista coletou dados sobre as relações entre o avaliador e estes fatores. Entre as grandezas avaliadas estão o peso e a altura. Entre as configurações formais estão o número de peças e a cor do produto. Os resultados são apresentados no Quadro 5.12 a seguir.

QUADRO 5.12: Dificuldades com as grandes e configuração do produto.

Grandezas do Produto	sim	não
O número de peças de peças foi motivo de dificuldade?	33,3%	66,7%
O peso dos módulos foi motivo de dificuldade?	33,3%	66,7%
A altura do móvel foi motivo de dificuldade?	33,3%	66,7%
A cor do móvel foi motivo de dificuldade?	0%	100%

Apesar de apresentarem as mesmas proporções as dificuldades representadas pelas grandezas do produto não foram sentidas todas pelos mesmos avaliadores. O avaliador 4 fez uma observação sobre o peso do móvel haver machucado seu dedo, prensando-o no encaixe. Perguntados sobre dificuldades para reconhecer que existiam conjuntos de peças referentes a cada nível do móvel, os avaliadores 1, 3 e 8 que sim. Os demais conseguiram perceber os conjuntos sem problemas. As peças estarem separadas por tipo e quantidade exata para a fixação de cada nível, em saquinhos, foi considerado por todos os avaliadores, como um facilitador do processo.

Além das características do produto, as condições do ambiente podem induzir a erros humanos. Da mesma forma que o produto tem demandas em relação ao usuário, também tem demandas em relação ao ambiente onde ocorre a interação. Para o presente estudo foram importantes as relações da iluminação, temperatura, espaço físico e som. O desnivelamento do piso, teto e paredes, que poderiam influenciar a montagem e desmontagem do móvel foram mitigados com a reforma da Casa 1.0. Entre todos os respondentes, apenas um relatou que a temperatura do ambiente atrapalhou sua concentração: “estava muito calor lá dentro, eu tava suando!”. As demais condições do ambiente não foram sentidas pelos demais respondentes.

Os dados sobre os aspectos psicológicos dos avaliadores, ligados ao andamento do processo, figuraram na última parte da entrevista, de forma semi-estruturada. Os respondentes foram questionados se sentiram medo de montar e desmontar o protótipo.

Foram relatados: insegurança, medo de quebrar, medo de deixar cair devido ao peso e medo de não conseguir montar. Questionados se sentiam medo de montar móveis em geral, o avaliador 9 descreveu medo de montar errado e o avaliador 2 descreveu medo de estragar algo que comprou e o marido ficar nervoso.

Sobre experiências anteriores relativas a danificar móveis durante a montagem ou desmontagem, o avaliador 8 contou haver “estragado um armário de cozinha tentando montar: colocou primeiro as portas para depois fixar na parede e o móvel caiu”. O avaliador 4 descreveu que “durante a montagem de um guarda-roupa, ficou brava e martelo o móvel”.

Experiência de montar e desmontar o protótipo foi ruim para o avaliador 1, principalmente pela falta de auxílio de um terceiro que ensinasse o que fazer. Para o avaliador 2 a experiência foi considerada muito difícil, para o pouco que montou, enquanto para o avaliador 3, a experiência foi muito boa, da mesma forma que para o avaliador 4: “a gente aprende mais, foi legal”.

Os avaliadores 5 e 6 sentiram medo apenas no início, mas depois se sentiram a vontade para desmontar. Da mesma forma o avaliador 7 também estava muito nervoso antes de começar o processo, mas depois considerou-o tranquilo de executar. O avaliador 8 considerou a experiência muito boa e o avaliador 9 respondeu: “tendo o manual vai! Mesmo com problema!”.

### 5.4.6 Análise

O teste com o protótipo teve, entre seus objetivos, identificar os erros no processo de montagem/desmontagem, os fatores indutores e contribuintes. Assim, analisando os dados coletados através da observação direta, foi identificada a ocorrência de todas as categorias de erros humanos: erros, lapsos, deslizos (inconscientes) e violações (conscientes) durante todo o processo.

As categorias mais frequentes de erros observadas, foram os erros baseados em regras e erros baseados em conhecimento. Ambos foram observados tanto na forma ativa, quanto na forma latente. Os erros ocorridos, tiveram como principal fator indutor e contribuinte a não utilização do manual de montagem.

O aprendizado frente ao novo produto se fez de forma exploratória e sensorial, através de observação, comparação e manuseio do próprio produto, sem recorrer a intermediário (design informacional) que pudessem encurtar o caminho do processo cognitivo. As instruções de montagem, foram repetidamente ignoradas pelos avaliadores, mesmo sendo estes, alertados para sua utilização, antes do início da atividade e durante a atividade, em interferências do



observador. Assim, o teste mostrou ser ineficiente, fornecer instruções de montagem externas ao produto, para a população de baixa renda.

Esta observação corrobora os resultados tanto da entrevista pós-processo, como da mini-survey 2, que mostrou que a população da classe C não tem por hábito ler manuais e se vale das experiências anteriores para lidar com produtos desconhecidos.

Os deslizos, lapsos e erros, observados durante o teste foram decorrentes, dentre outros, da falta de familiaridade dos avaliadores com as formas do produto e das ferragens empregadas. Apesar de 70% dos avaliadores terem experiências anteriores com atividades de montagem de mobiliário, esta foi a primeira vez que todos os participantes montaram um móvel do tipo modular. A imagem mental que desta população, relativa a móveis que podem assumir a função de divisória de ambientes, em suas residências (como guarda-roupas e estantes), é a imagem tradicional, na qual se tem uma estrutura básica, formada por laterais, base e teto e peças funcionais como prateleiras e portas, conforme apontaram os dados das mini-surveys 1 e 2.

As referências mentais dos avaliadores, não encontraram pontos em comum com o protótipo, cuja estrutura, diferentemente do que habitualmente se espera de um móvel, se encontrava dividida, não por peças com funções definidas, mas em módulos de tamanhos iguais, que poderiam originar qualquer das peças do móvel. O formato dos módulos não comunicavam ou indicavam, como seria a forma final do produto e em qual local seriam utilizados.

Esta configuração modular do protótipo hipotetizava facilitar o trabalho do usuário, suprimindo a etapa cognitiva de deduzir qual a função da peça e o local exato da sua montagem, exigido nos móveis tradicionais. Porém, a falta de familiaridade, também por fatores culturais, (o mercado poucas opções de móveis do tipo modular) gerou barreiras que dificultaram o processo cognitivo.

Algumas informações, fornecidas de forma direta pelos móveis tradicionais, não são fornecidas de forma direta nos móveis do tipo modular. Entre elas estão suas dimensões finais, geralmente obtidas pelo tamanho da lateral e da base e funções das peças. Estas informações poderiam ser buscadas pelo processo cognitivo do usuário, como guia para o processo de montagem e não serem encontradas



objetivamente, exigindo do usuário outros caminhos cognitivos para a compreensão do todo.

Durante o estudo, um avaliador, ao perceber que a imagem mental que ele tinha de um móvel convencional, não correspondia àquela do produto em teste, buscou estabelecer outras conexões que permitissem agir frente aquela nova situação, explorando tátil e visualmente as características físicas do produto. O avaliador, por fim, comparou o produto a um quebra-cabeças, verbalizando o momento da compreensão, tanto no que tange a forma de apresentação do produto (aos pedacinhos) quanto no que tange a dificuldade de entendimento da montagem. Ele agiu com o produto como agiria montando um quebra-cabeças, ou seja testando possibilidade e observando as formas para identificar quais se encaixavam. O referido usuário, em nenhum momento consultou o manual, **buscou somente nas formas as orientações para executar a montagem.**

Isto permite concluir que para esta população, **as formas do produto são a melhor maneira de conduzir o usuário durante o processo de montagem. Permite concluir também serem válidos os poka-yokes de posicionamento e de contato, que incluem a forma como instrumento para evitar e mitigar erros humanos.**

A modularidade do móvel também pode ter induzido aos avaliadores a concluir que não necessitavam de consulta ao manual, visto que as peças eram todas 'iguais'. Os avaliadores podem ter superestimado que, ao compreender uma delas, houvesse automaticamente o entendimento do todo. Isso poderia explicar a concentração direta, por parte de todos os avaliadores, sobre as peças em si, ignorando as instruções de montagem.

O mobiliário estudado, também preconizava, pela dimensão dos módulos, uma quantidade maior de processos de montagem. Comparativamente, utilizando a estrutura convencional observada nas lojas, um móvel do tipo guarda-roupa com dimensões similares ao protótipo, poderia ser construído utilizando duas laterais, quatro peças de fundo, teto, base e duas divisórias, no total de dez peças. A mesma estrutura, para ser construída com os módulos do protótipo, necessitava da montagem de quarenta módulos.

Mesmo tendo quantidade maior de montagem, o protótipo poderia ser mais fácil e rápido de montar que um móvel convencional, se os poka-yokes empregados no

sistema de fixação fosse eficiente e não permitisse erros. Entretanto o sistema de fixação empregado, mostrou-se inadequado para este público alvo. Novamente, a não familiaridade com o produto contribuiu para a ocorrência dos erros. Nenhum dos avaliadores conhecia a ferragem MINIFIX®, conforme apontou o questionário de familiaridade tecnológica, o que tornava aquela, uma experiência de reconhecimento, na qual os avaliadores, utilizando-se do seu repertório pessoal, procuraram compreender esta nova ferragem e sua forma de fixação. Contudo, como o repertório pessoal dos avaliadores se baseava em experiência com pregos e parafuso, pôde-se observar a reprodução, com o MINIFIX®, das ações para fixação destas ferragens que lhes eram familiares. A Figura 5.58, mostrou o avaliador *martelando a haste do MINIFIX®* para inseri-la em uma furação que estava mais justa, como seria natural fazer para fixar um prego. Esta violação, entretanto poderia resultar em problemas à ferragem e conseqüentemente ao perfeito travamento do módulo.

Além destes, foram observados erros em relação aos locais de inserção do MINIFIX®. Estes erros foram induzidos (além da violação da leitura do manual) pelo formato e proximidade de furos que serviam para outro tipo de ferragem. Houve tentativas de inserção de hastes de MINIFIX® na furação do U metálico, cujo diâmetro era apenas um pouco menor que o das hastes. Entretanto, as furações para as buchas de MINIFIX®, por sua vez, não foram pontos de ocorrência de erros, pois seu formato era único e inequívoco.

A maior dificuldade para com o MINIFIX® se mostrou no estabelecimento de relações, por parte dos avaliadores, entre a haste e a bucha, como um 'conjunto de fixação'. Para travamento do MINIFIX® (união haste e bucha), fazia-se imprescindível a leitura do manual, pois a bucha deveria ser introduzida e girada na posição correta e as formas da ferragem não induziam a esta ação. Novamente a não observância do manual de montagem contribuiu para erro em relações as ferragens.

O travamento ocorria interno aos módulos, exigindo procedimentos de conferência por parte dos usuários. Como o manual não foi lido, observou-se, no momento de uma desmontagem que, somente um conjunto estava devidamente travado. O erro (baseado em conhecimento) de não travar o conjunto, resultou em erros latente que na presença das condições ideais entrariam em atividade. Por

exemplo, se o móvel fosse submetido a uma tração em algum ponto crítico, poderia provocar a queda de módulos não travados.

As tentativas de inserção das hastes do MINIFIX® nos pontos de furação para o U metálico, onde não existia furação correspondente para a colocação da bucha, mostrou que os avaliadores não estabeleceram relação de conjunto entre haste e bucha de MINIFIX®.

A ferragem U teve maior compreensão que o MINIFIX®, pois tratava-se de uma única peça, que comunicava por seu formato, a função de travamento. A furação dupla e distância entre os furos, também permitiu estabelecer relações entre a peça e o local de inserção. Contudo, o U foi, em grande parte da atividade de montagem, 'esquecido' pelos montadores. Observou-se uma atenção maior dirigida ao MINIFIX®, teoricamente mais complexo. Devido à sequência da atividade, poder ser invertida entre a colocação dos MINIFIX®, do U metálico e das borrachas de vedação, ao colocar as borrachas por primeiro, ocultava-se a visão do local de inserção do U, fazendo com que a atividade prosseguisse sem sua aplicação. Em algumas situações, a ausência do U foi percebida pelo movimento do módulo, que quando pertencia ao primeiro ou segundo nível, não foi quase notado. Porém, quando fazia parte do terceiro ou quarto níveis do móvel, o movimento do módulo era percebido pelo avaliador pois representava perigo de queda eminente do módulo.

Neste caso, alertados para a ausência do U metálico, os avaliadores retornavam àquela parte da tarefa a fim de completá-la. Durante a colocação das borrachas de vedação não ocorreram erros.

Além da violação da leitura obrigatória do manual e das questões cognitivas, relativas à não familiaridade com formato das peças, configuração modular do protótipo e ferragens empregadas na fixação dos módulos, outros fatores induziram a erros durante as atividades. Entre eles podem-se destacar os fatores sociais e culturais, relativos ao gênero e a unidade familiar. Ao se manter em um mesmo grupo, marido e esposa, pais e filhos, pode-se observar a influência destas relações sócio-culturais no momento da atividade de montagem. Destacam-se dois exemplos de interferência destas relações, o primeiro relativo ao grupo 1 e o segundo ao grupo 2.

Durante a atividade de montagem do grupo 1, formado por mãe e filha, a mãe procurou fazer prevalecer suas opiniões sobre as da filha. A mãe foi diretamente explorar as peças, enquanto a filha se dedicou a estudar o manual. Porém a mãe não deixou que esta atividade de leitura do manual se desenvolvesse até o completo entendimento das demandas. A mãe iniciou o processo exploratório de montagem, levando a filha à mesma ação, o que resultou em seqüências de erros que requereram a interferência do observador. A mãe procurou controlar a situação durante toda a atividade, ordenando ações errôneas à filha, exercendo assim, sua autoridade materna.

No grupo 2, formado por marido e mulher, observou-se uma situação semelhante. Ambos iniciaram o processo explorando as peças, entretanto, a esposa procurou por diversas vezes informações de montagem no manual. Porém, nas diversas vezes em a esposa, procurou comandar o processo, explicando as ações corretas ao companheiro, este a ignorou veementemente, preferindo agir de forma exploratória, ordenando a ela, ações errôneas e provocando pequenas discussões. Esta atitude do marido resultou em diversos comentários da esposa sobre a relação marido e mulher que deixavam transparecer as questões culturais sobre a poder masculino na família de baixa renda.

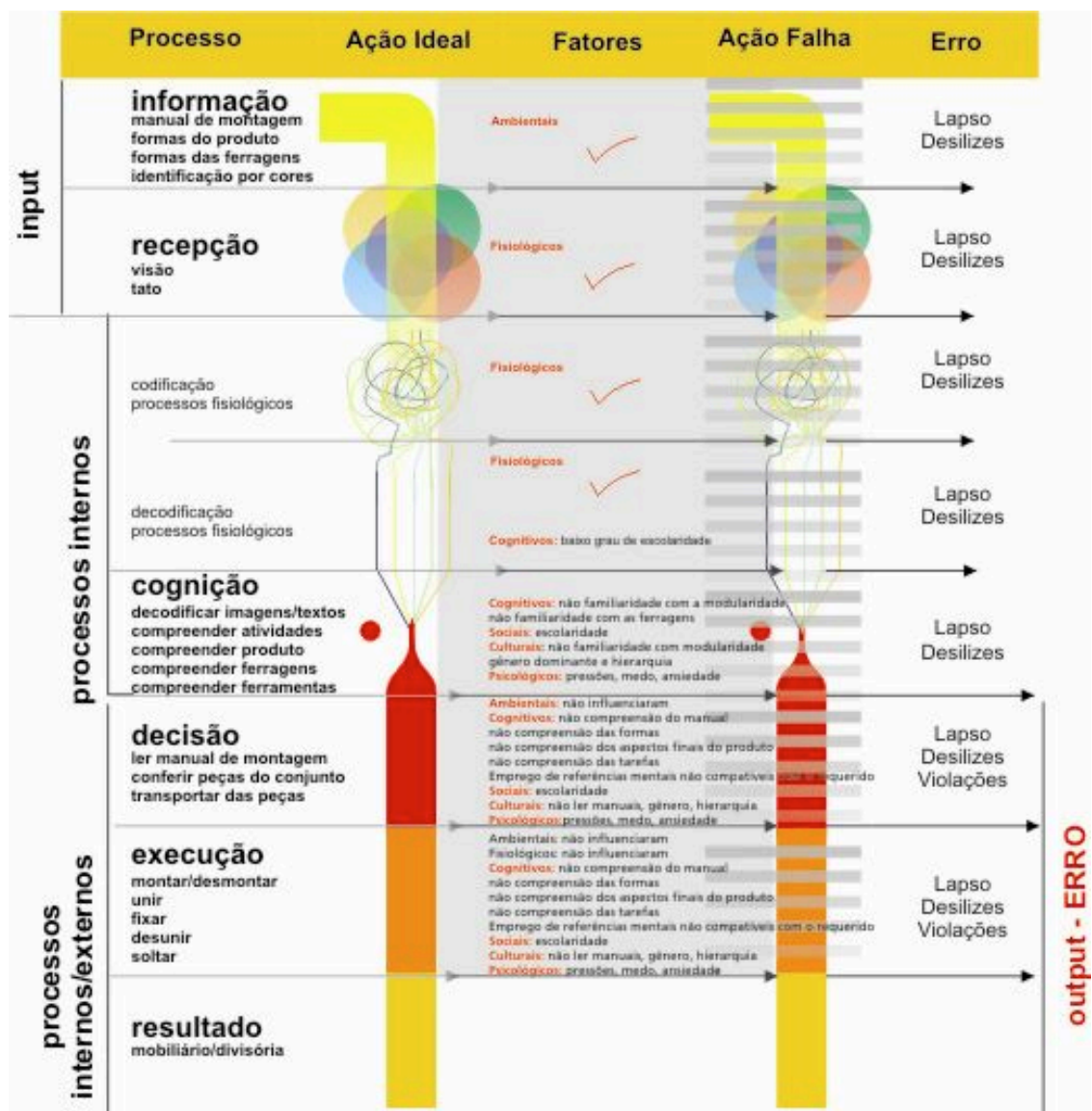
Outro fator que contribuiu para ocorrência de erros foi o fator psicológico. Pode-se observar sua ação sobre as atividades de montagem de diversos avaliadores. O avaliador 1, por exemplo, estava muito preocupado em terminar logo a atividade, para retornar a casa, pois devia amamentar um filho de um ano. Esta ansiedade do avaliador, o fez saltar diversas etapas do processo, não permitiu uma total concentração na atividade e nem mesmo a correta avaliação das demandas do produto e das suas decisões de ação. Este avaliador solicitou para interromper o processo, pois não conseguia se concentrar e por conseqüência compreender a atividade.

Esta pressão psicológica, relativa aos filhos que haviam ficado em casa, foi verbalizada por mais dois grupos de montadores. O medo do erro e da dificuldade do processo em si, também foi observado durante as atividades assim como a autopunição quando da ocorrência de um erro. A cobrança entre companheiros de equipe se mostrou um fator relevante de interferência sobre a atitude do outro, levando a ocorrência de erros.

Os fatores ambientais não foram significativos para a ocorrência de erros, bem como os ferramentais, pois todos conheciam e já haviam utilizado as ferramentas necessárias para a montagem do protótipo.

Apesar de 70% da amostra ter relatado problemas físicos que pudessem contribuir para erros, não foi observado nenhum erro relativo aos aspectos físicos dos avaliadores. Erros que ocorreram por demandas físicas, tinham seu principal fator indutor ligado ao produto e não ao usuário. Assim, com a análise dos dados coletados, pode-se traçar o contexto dos erros humanos no processo de montagem e demontagem de mobiliário, assim como os fatores indutores e contribuintes para a ocorrência de erros.

**FIGURA 5.71:** Panorama das categorias de erros humanos e fatores indutores na montagem do protótipo de mobiliário/divisória.



Observando o panorama apresentado na Figura 5.71, pode-se concluir que fatores indutores e contribuintes mais relevantes durante as atividades de montagem e desmontagem do protótipo, foram os fatores cognitivos, sociais, culturais e psicológicos. Estes fatores contribuíram para que ocorressem violações, erros, lapsos e deslizes durante todo o processo. Os poka-yokes que foram integrados ao protótipo não foram suficientes para evitar estes erros.

O poka-yoke de contagem, que pretendia orientar e alertar aos avaliadores sobre o emprego da quantidade correta de peças na montagem de cada nível, se mostrou ineficaz no momento em que o poka-yoke informacional, que integrava as peças e componentes através de códigos cromáticos, não foi observado pelos avaliadores. Neste sentido conclui-se que, para a eficiência do poka-yoke de contagem, os usuários deveriam ter acesso a apenas um conjunto de peças e ferragens por vez, diferentemente do que lhes foi oferecido durante o teste, no qual todos os conjuntos se apresentavam diante do avaliador, estimulando o manuseio exploratório de mais de um conjunto, contemporaneamente. Esta reação dos avaliadores é natural no momento em que as formas do produto em teste lhes eram desconhecida. Para assegurar o manuseio de apenas um conjunto de peças e componentes por vez, sugere-se soluções no design da embalagem do produto, onde as informações sejam claras e o acesso aos componentes de outros níveis seja impedido até o termino da montagem do nível precedente. As cores, apesar de não terem sido observadas na completude de suas funções, têm um grande potencial de comunicar tarefas, porém deve estar associada a restrição dos erros pela forma. As cores ainda apresentam-se como uma poderosa ferramenta na orientação do processo de montagem. Porém, faz-se necessário analisar a forma de sua aplicação, para garantir a total compreensão da informação.

Os poka-yokes de contato e posicionamento, aplicados nas formas das furações, também não impediu a ocorrência de erros durante a montagem, pois estes não foram projetados corretamente. Isto se deveu às semelhanças entre as formas utilizadas, entre as dimensões e também devido a proximidade entre elas. Porém, as ações dos avaliadores durante as atividades, demonstraram que estes buscavam constantemente o entendimento das formas e as conexões entre elas, em tentativas de encaixes. Isto permite concluir que os poka-yokes de contato e posicionamento podem ser muito eficientes no auxílio do processo de montagem, se utilizarem formas diferentes, diâmetros diferentes e de preferência com

diferenças significativas entre eles, que permitam aos usuários perceberem de forma rápida quais os conjuntos e locais de inserção de cada peça. Outra alternativa é utilizar apenas uma forma de encaixe, o que portanto não daria opções ao usuário. Nas duas alternativas, a forma deve falar por si e se comunicar com o montador, podendo-se fazer paralelos com jogos infantis e desta maneira, torna o processo lúdico, natural e intuitivo.

Muitos os erros observados estavam relacionados a fatores cognitivos, devido ao desconhecimento e despreparo dos usuários. O número de peças e de ações para cumprir uma única etapa da atividade se mostrou excessivo, o que induziu a erros do tipo lapsos e deslizos, como esquecer uma peça ou alterar a ordem de colocação. Para evitar este tipo de erro, sugere-se simplificar as atividades, reduzir o número de peças e passos para finalizar uma tarefa, agrupando-as se possível. Conclui-se que ao se projetar um encaixe, este deve concentrar as atividades de encaixe e travamento preferencialmente em três movimentos do usuário. Deve-se projetar de forma que o usuário inicie e termine a tarefa, sem interrupções para transportar outras peças ou ferramentas. Assim, reduzindo o número de processos e operações, reduz-se proporcionalmente uma série de pontos de contato que podem gerar erros.

Quanto aos poka-yokes integrados ao design informacional, que também estão sujeitos aos fatores cognitivos, sugere-se que o manual de instrução não se apresente em forma de caderno, mas sim em forma de uma folha de instruções, que apresente todas as seqüências de montagem claramente, em um único lado. É interessante integrá-la à montagem, como citado anteriormente na sugestão de adesivos. Os desenhos foram apontados como facilitadores do processo cognitivo, porém é necessária a utilização de uma linguagem visual simples e com clareza de informações, apresentadas na forma de imperativa do verbo.

Isso posto, após a análise dos erros observados, conclui-se que, para reduzir as inferências dos fatores cognitivos, os poka-yokes de contagem, posicionamento e contato são de grande potencial para a mitigação de erros, por tornarem a montagem/desmontagem, atividades intuitivas e diminuindo o nível de concentração necessário para realizá-las, facilitando o processo cognitivo. Ao diminuir o nível de concentração requerido através de dispositivos de montagem de uso intuitivo, diminui-se também a influência de fatores psicológicos, sociais e



culturais que atuam simultaneamente no processo cognitivo, na decisão e na execução de uma ação, diminuindo a possibilidade da ocorrência de erros.

## **5.5 Análise Geral – Diretrizes para a Utilização de Poka-yokes no Design de Móveis Populares**

Analizando os dados das mini-surveys e do estudo de caso, conclui-se que os danos observados no mobiliário no seu contexto de uso, têm relações estreitas com o design dos produtos ofertados pelo mercado à população de baixa renda. O mercado oferece produtos complexos, enquanto o usuário da classe C requer produtos simples, de fácil compreensão e manuseio. O mercado oferece sistemas de fixação mistos, que empregam junções permanentes, enquanto o usuário necessita de produtos desmontáveis, adaptáveis e flexíveis. O mercado não oferece instruções ou treinamentos para o usuário final executar as montagem e desmontagem necessárias durante o ciclo de vida do móvel e da família, e também não emprega, através do design, dispositivos ou sistemas que facilitem estes processos. Assim, existe uma incoerência entre o produto ofertado pelo mercado e as necessidades do usuário e o resultado destas incoerências, são os danos ao produto, a redução de sua vida útil, seu descarte prematuro, bem como a redução da qualidade de vida das famílias de baixa renda.

Existe um espaço para a atuação do design na adaptação do móvel popular às demandas desta população. Facilitar a montagem/desmontagem é uma estratégia que responde a grande parte das demandas da classe C em relação ao produto mobiliário. Para facilitar a montagem/desmontagem do móvel, devem-se conhecer os fatores que fazem parte do seu contexto de uso. Os dados da pesquisa apontaram que os fatores mais relevantes que atuam como indutores e contribuintes para os erros humanos nos processos de montagem e desmontagem de móveis pelos usuários de baixa renda são:

- Fatores Cognitivos
- Fatores Ambientais
- Fatores Culturais
- Fatores Instrumentais
- Fatores Sociais

Desta maneira, para prevenir e mitigar erros humanos nos processos de montagem/desmontagem de móveis deve-se reduzir o nível de interferência destes fatores sobre o processo da ação humana. Dentre as diversas soluções

existentes, para reduzir a influência destes fatores, esta dissertação oferece, como resultado da pesquisa, diretrizes para a utilização de dispositivos, mecanismos e sistemas poka-yoke.

As funções poka-yoke mais adequadas para evitar erros humanos, durante o processo de montagem e desmontagem dos móveis populares, são as funções reguladoras, que devem ser utilizadas em conjunto com os mecanismos de detecção.

**A função reguladora** alerta o usuário, para a existência de um erro e interrompe o processo de montagem para a imediata correção do mesmo. Esta função evita as seqüência de erros inadvertidos e erros latentes no produto.

**Os mecanismos de detecção** possibilitam a 'auto-verificação' durante a execução da atividade de montagem/desmontagem pelo usuário e auxiliam a correção de lapsos, deslizos, erros baseados em regras e em conhecimento.

Entre os métodos poka-yoke, que compõem as funções de supracitadas, os mais efetivos para reduzir os erros na montagem/desmontagem do móvel popular pelo usuário final são:

- **Método de Alerta**
- **Método de Controle**
- **Poka-yoke de Contagem**
- **Poka-Yoke de Posicionamento**
- **Poka-Yoke de Contato**

Para a aplicação destes métodos poka-yoke, no design do produto, é necessário mapear o sistema no qual o móvel estará inserido, para determinar os pontos de contato críticos, sujeitos à ocorrência de erros humano.

Para mapear o sistema, criou-se um Check-list, com base nos resultados da pesquisa, que fornece ao designer uma visão geral do contexto de uso do móvel.

O contexto pode ser resumido na tríade: usuário, ambiente e produto.

- O ponto do usuário contém as características fisiológicas, cognitivas e psicológicas do ser humano que deve interagir com o produto.
- O ponto do ambiente contém as condições físicas, espaciais, sociais, culturais e instrumentais, ou seja, o que é externo ao usuário e ao produto.
- O ponto do produto contém a forma, função e demandas de interação com o usuário e com o ambiente.

Na intersecção entre estes três pontos, se desenvolve a atividade de montagem/desmontagem. Esta relação é ilustrada na Figura 5.72 a seguir.

FIGURA 5.72: Tríade do contexto da atividade.



Para o Check-list, criou-se uma folha de respostas, apresentada na Figura 5.73, apresentada na página a seguir. Ao lado esquerdo da folha, encontram-se as perguntas-guias, que orientam a coleta de dados sobre o sistema em duas etapas: a primeira mapeia os aspectos do usuário e do ambiente - Etapa1, a segunda, **descrimina as demandas do produto para o usuário e para o ambiente** – Etapa 2. Para as respostas, foram destinados espaços retangulares a cada componente do sistema: usuário, ambiente e produto. Listados os requisitos do contexto real de uso, pode-se **fazer a triangulação dos dados do contexto com as demandas do produto e verificar os pontos de divergência entre eles**, utilizando os espaços pautados.

Desta maneira, surge o primeiro ponto de atuação do design à prova de erros: apontar ações de melhoria **no design do produto para a adaptação aos requisitos do ambiente, sócio-econômicos, culturais e principalmente aos requisitos do usuário**.

Através do emprego do check-list, o designer pode identificar os pontos críticos do sistema do contexto de uso do móvel, que podem gerar erros na atividade de montagem e desmontagem, que se desenvolve na congruência dos fatores analisados. A estes pontos críticos, devem ser integrados dispositivos poka-yoke, utilizando-se das funções e métodos propostos anteriormente. Para a configuração formal dos dispositivos poka-yoke, não são propostas regras, pois estes devem se adaptar ao conceito do produto e suas próprias configurações formais (materiais, formas e funções), bem como ao seu público alvo.

FIGURA 5.73: Folha de Check-list dos requisitos contexto de uso do móvel popular

Check-list do Contexto de Uso

Fase 1

Requisitos do usuário (público alvo):  
aspectos fisiológicos, cognitivos e psicológicos.

Requisitos do ambiente: aspectos físico-espaciais, físico-ambientais.

Requisitos sociais: condições sócio- econômicas do público alvo, leis, normas e pressões sociais.

Requisitos culturais: hábitos, modos de vida, gênero, hierarquia, padrões, senso comum.

Requisitos instrumentais: treinamentos, ferramentas.

Fase 2

1 Como são ofertadas ao usuário, as informação de montagem/desmontagem?

2 Quais os aspectos fisiológicos do usuário exigidos para a captação destas informações e para a execução das atividades?

3 Quais os requisitos do ambiente para a perfeita recepção das informações e para execução das atividades?

4 Quais os aspectos cognitivos que serão exigidos para a compreensão das informações e para a execução da atividade?

5 Quais as decisões esperadas do usuário?

6 Quais as formas de execução ideais da montagem/desmontagem?

7 Quais os requisitos instrumentais para a execução da montagem/desmontagem?

8 Quais os resultados esperados?

usuário

usuário x ambiente

ambiente

produto

produto x usuário

produto x ambiente

aspectos fisiológicos

aspectos cognitivos

aspectos psicológicos

aspectos ambientais

aspectos sociais

aspectos culturais

aspectos instrumentais

demanda da atividade

demanda do ambiente

demanda do usuário

173

Entretanto, a partir da análise dos dados desta dissertação, propõem-se orientações para o design de poka-yokes para mobiliário popular, conforme apresentado no Quadro 5.13 a seguir.

**QUADRO 5.13: Diretrizes para aplicação de poka-yokes ao design de móveis populares – funções e métodos poka-yoke e sugestões para o design do sistema poka-yoke.**

#### **Taxonomia das funções e métodos poka-yoke para o design de móveis populares**

- **Poka-yoke de alerta:**
  - Utilizar códigos (cores, números, letras, símbolos integrados ao produto e aos componentes) para identificar conjuntos de montagem/desmontar
  - Utilizar códigos (cores, números, letras, símbolos integrados ao produto e aos componentes) para definir seqüências padrão de montagem/desmontagem
- **Poka-yoke de controle:**
  - Impedir o acesso à peça de montagem subsequente antes do término da tarefa precedente.
  - Condicionar uma tarefa ao cumprimento efetivo da tarefa precedente.
- **Poka-yoke de contagem:**
  - Oferecer o número exato de peças para a execução total de uma tarefa.
  - Criar kits de montagem que contenham todas as peças para a fixação de um conjunto. Não separar peças de precisem ser utilizadas em conjunto com outras (por exemplo: deixar hastes e buchas de MINIFIX® em um único saquinho).
  - Evitar peças que se desprendam do produto, evitando perdas.
  - Oferecer kits de peças sobressalentes, contendo todo o conjunto necessário.
- **Poka-yoke de posicionamento:**
  - Criar junções que não permitam a estabilidade do conjunto manuseado, sem que haja total travamento das partes, evitando erros latentes.
  - Utilizar sons, como clicks, por exemplo, para indicar o final do processo.
- **Poka-yoke de contato:**
  - criar diferenças claras entre tipos de encaixes diferentes.
  - Privilegiar encaixes lúdicos à ferragens. Impedir, através das formas, montagem em posições incorretas.
  - Criar, para as peças do mesmo grupo de encaixes, formas complementares, como macho e fêmea, por exemplo.
  - Tornar inequívoca a montagem através de formas lúdicas.
- **Poka-yoke em design informacional:**
  - Oferecer múltiplos pontos de consulta às informações.
  - Integrar as informações diretamente às áreas a serem manuseadas, imprimindo-as sobre a superfície do produto.
  - Integrar o design informacional à embalagem de cada conjunto, contendo a localização do emprego do conjunto e as instruções de montagem/desmontagem.
  - Integrar as instruções essenciais à superfície do produto, evitando perdas de informações essenciais à integridade do produto, em caso de doações para terceiros.
  - Apresentar as informações de forma seqüencial e lógica, oferecendo todas as informações relativas a um grupo em uma única consulta do usuário.
  - Tornar redundante as informações sempre que possível.

Empregando os poka-yokes citados no quadro anterior, o design pode, mais efetivamente, reduzir a interferência dos fatores indutores e contribuintes para o erro humano, que atuam no sistema, durante as atividades de montagem e desmontagem do móvel.

A pesquisa concluiu que processo cognitivo do usuário de baixa renda, no momento da montagem/desmontagem de um móvel, tem caráter muito mais exploratório, ligado ao manuseio efetivo do produto. Desta forma é importante explorar os sentidos humanos, a visão, o tato e se possível a audição como guias no processo em questão. A influência dos fatores cognitivos pode ser reduzida através da utilização de formas lúdicas, que remetam a imagens mentais de jogos e brincadeiras infantis. As formas do móvel e dos encaixes devem falar por si só, induzindo o usuário às ações corretas.

O design também pode atuar, através do emprego dos poka-yokes, sobre os fatores sócio-econômicos e sobre o bem-estar da população de baixa renda, pois evitam os erros nos processos de montagens/desmontagem, freqüentes pela mobilidade familiar e condições sócio-econômicas da classe C.

Além disto, poka-yokes facilitam e tornam seguras as atividades de manutenções e adaptação, além de tornar mais flexível o mobiliário para se ajustar ao ciclo de vida da família. A facilidade na montagem/desmontagem também age sobre os fatores psicológicos, diminuindo o medo de errar ou danificar o móvel, evitando também violações na busca de solucionar problemas com os móveis.

Poka-yokes contribuem para adequações estéticas dos produtos, evitando sua obsolescência. Também contribui para as adequações funcionais, que se modificam e variam com o tempo e com a cultura.

Portanto, o emprego de poka-yokes no design de móveis populares é uma estratégia para a sustentabilidade ambiental e social, por contribuir para a aplicação e sucesso de diretrizes propostas para o design sustentável de mobiliário, prolongando a vida útil do produto, evitando o descarte prematuro e melhorando o bem-estar, a habitabilidade e por consequência, melhorando a qualidade de vida da população de baixa renda.

## 6 Conclusões

### 6.1 Considerações Gerais - Oportunidade de Utilização de Poka-yokes como Estratégia para o Design Sustentável de Móveis Populares.

Durante o desenvolvimento desta pesquisa pôde-se verificar a incoerência existente entre o produto ofertado pelo mercado de móveis populares e as necessidades da população de baixa renda, relativas a este tipo de produto. Durante a pesquisa, verificou-se também, que a classe C, através dos sistemas de crédito ofertados pelas lojas de móveis, é um consumidor potencial, ávido por soluções em mobiliário, que atendam as suas necessidades de mobilidade, flexibilidade e adaptabilidade, que contemplem as mudanças que ocorrem durante o ciclo de vida da família.

Com isto, as diretrizes criadas nesta dissertação contribuem para adequar os produtos, através do design, às necessidades desta população, apontando formas de melhorias na interface de montagem e desmontagem dos móveis populares, com soluções simples e eficientes, que são os poka-yokes. Com a utilização de poka-yokes integrados ao sistema de montagem do móvel, este trabalho mostrou que, pode-se facilitar o desmembramento de partes, assegurando a integridade física do produto, evitando assim o seu descarte prematuro e todos os inputs gerados por este descarte. A pesquisa conclui que poka-yokes atendem contemporaneamente aos requisitos da indústria, com relação ao baixo custo de implementação das soluções, e do usuário, com relações às suas necessidades. Portanto, a utilização de poka-yoke é uma estratégia para o design sustentável de móveis, sendo uma contribuição para a sustentabilidade e para as melhorias as condições de vida da população de baixa renda.

### 6.2 Considerações sobre o Método de Pesquisa

O método de pesquisa se mostrou adequado para atender ao escopo desta dissertação e para a obtenção dos dados que permitiram a criação das diretrizes apresentadas no Capítulo 5.

A revisão de literatura proveu as informações necessárias para a conduções das das mini-surveys e do estudo de caso. Também através da revisão de literatura pode-se verificar que existe espaço para a gerações de conhecimentos que relacionem o design de produtos/serviços com erros humanos e suas implicações na



sustentabilidade. Observou-se que a literatura aponta o design, como um dos fatores responsáveis pelos erros humanos, porém, a utilização de poka-yoke, como solução do design para evitar estes erros, não foi observada, o que reforçou a validade desta pesquisa.

Através da condução das mini-surveys, orientadas pela revisão de literatura, foi possível ter uma visão do estado da arte, tanto no que tange ao mercado de móveis populares, quanto ao que tange ao contexto real de uso dos móveis populares, identificando as inconsistências e incoerências entre ambos, e, as também, possibilidades de melhorias para o design do produto e adequações para a indústria moveleira. Estes dados serviram para alimentar e orientar as pesquisas com o protótipo estrutural na fase de estudo de caso.

Através do estudo de caso foi possível observar *in loco*, a atividade de montagem e desmontagem do protótipo, por usuário finais, em situação controlada, porém que replicava a situação observada nas habitações populares e com isso mapear os problemas existentes nestas atividades, categorias dos erros que ocorrem e fatores que contribuem e induzem a estes erros, que possibilitaram a criação das diretrizes.

O método de pesquisa foi eficiente, ao permitir uma ampla visão do problema estudado, fornecendo condições para proposições concretas de soluções. Porém, por se tratar de um estudo integrado a um projeto real, a aplicação do método foi constricta ao cronograma do projeto, dependendo do cumprimento efetivo de suas fases, para a realização das coletas de dados. A pesquisa também foi dependente de ação de terceiros, para a viabilização de algumas etapas, o que afetou o cumprimento do cronograma desta pesquisa.

Sugere-se, portanto, para pesquisas com o mesmo escopo, reduzir a dependência de agentes externos à pesquisa como forma de viabilizar o cumprimento do cronograma.

### 6.3 Sugestões para trabalhos futuros

As pesquisas apontaram uma carência na literatura sobre design sustentável, que relacione o design do produto/serviços sustentáveis, aos erros humanos e ofereça ao designer orientações para identificá-los durante a fase de conceito, desenvolvimento e protótipo, assim como um leque de opções para evitá-los e mitigá-los. Sugere-se, portanto, como seqüências do presente trabalho sejam

realizadas pesquisas sobre outras formas de prevenir e mitigar erros, durante o processo de design, para evitar erros latentes no produto que culminem com perdas para as três dimensões do desenvolvimento sustentável. Sugere-se, com base nestas novas pesquisas, criar ferramentas, plataforma ou sistema de consulta às categorias de erros humanos e fatores contribuintes e indutores, acessível aos designers, que seja paralela e complementar às ferramentas para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. Desta forma pode-se contribuir de forma efetiva para o desenvolvimento sustentável.

Sugere-se também ampliar os estudos em relação à usabilidade dos produtos do tipo 'faça-você-mesmo' durante o período de uso dos mesmos pelas famílias, podem-se assim contribuir com seus aspectos ergonômicos.

Outra sugestão de desdobramento da pesquisa é relativa às análises de custo para criação e aplicação de dispositivos poka-yoke em produtos destinados à população de baixa renda, verificando a viabilidade financeira em relação às suas necessidades e validade frente ao ciclo de vida da família e do produto.

Desta forma pode-se contribuir não apenas para alavancar os aspectos ambientais, mas também os aspectos sócio-éticos do desenvolvimento sustentável.

## Referências Bibliográficas

AAKER, David et al. **Pesquisa de Marketing**. São Paulo : Atlas, 2001.

AMADEU, Edward; PARCIAS JR., Carlos. **Crescimento e Distribuição: Um Modelo Estilizado da Riqueza das Nações**. *Revista de Economia Política*, vol. 10, n 2, p. 5-16, abril-junho 1990.

ARNSTEIN, F. **Catalogue of Human Error**. *British Journal of Anaesthesia*, 1997 v.79 p.645-656

BACHA, C.J.C. **Cadeia madeira/móveis in: Apoio a instalação dos Fóruns de Competitividade nas cadeias produtivas couro/calçados, têxtil, madeira/móveis e fertilizantes**. São Paulo : PENSA, 2000

BACHA, C.J.C. **O Sistema Agroindustrial da Madeira no Brasil**. *Revista Econômica do Nordeste*. Fortaleza, v. 32, n. 4 p. 975-993, out-dez. 2001.

BEKKER, Sidney W. A. **The Re-Invention of Human Error**. Tech Report of London University: London, 2002.

BRYMAN, Alan. **Research Methods and Organization Studies**. Londres: Routledge, 1989.

CHASE, Richard, STEWART, Douglas. **Make Your Service Fail-Safe**. *Sloan Management Journal*: Spring, 1994.

CHAVES, Liliane Iten. **Design for Environmental Sustainability: design strategies, methods and tools for the furniture sector**. Istituto Politecnico di Milano: Dipartimento di Design e Comunicazione Mediale, 2007.

BERNARDI, Renato. **Reconstituição de Chapas de Aglomerado**. Porto Alegre: SENAI – RS / Centro Tecnológico do Mobiliário – CETEMO, 2006. Relatório Técnico.

CAJAZEIRA, J. ; BARBIERE, J. **A Nova Norma ISO 14001: Atendendo à Demanda das Partes Interessadas**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, sd.

CALARGE, Felipe A.; DAVANSO, José C. **Conceito de Dispositivos à Prova de Erros Utilizados na Meta do Zero Defeito em Processos de Manufatura**. *Piracicaba*, v.11, n.21, p. 7-18, 2003.

CHAO, L. P.; ISHII K. Design Error Classification and Knowledge Management. Journal of Knowledge Management Practice, May 2004.

COSTA, Sérgio Francisco. **Método Científico: os caminhos da investigação**. São Paulo: Harbra, 2001.

CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R. **Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações**. São Paulo: Novatec, 2007.

D-HAINAUT, L. **Conceitos e Métodos da Estatística. Volume I | Uma variável a uma dimensão**. 2ª edição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian; 1997. p.16-17; 25; 162-163.

DHILLON, Balbir S. Human Reliability and Error in Medical System. World Scientific - Series in Industrial and System Engineering, vol 2, p. 33-45, 2003.

DIXON, J.A; FALLON, L.A. **The Concept of Sustainability: Origins, Extensions, and Usefulness for Policy**. Society and Natural Resources Vol.2, pp.73-84, 1989.

FERREIRA, Aurélio B. de H. Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa. São Paulo: Editora Nova Fronteira, 2004.

FILHO, Edenildo B. Barreira; SAMPAIO, José L. Furtado. **Sustentabilidade Ambiental: Discutindo o Lugar**. Fortaleza: Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 3, n6, 2004.

FOLADORI, Guillermo. **Limites do desenvolvimento sustentável**. Trad. Marise Manoel. Campinas, São Paulo: Editora da Unicamp, 2001.

FOLZ, Rosana Rita. **Mobiliário na Habitação Popular**. Discussões de alternativas para melhoria da habitabilidade. São Carlos: RiMa, 2003.

FRONDEL, Manuel; HORBACH, Jens; RENNINGS, Klaus. **"End-of-Pipe or Cleaner Production? : An Empirical Comparison of Environmental Innovation Decisions Across OECD Countries," ZEW Discussion Papers 04-82**, ZEW - Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung / Center for European Economic Research, 2004.

GERTSAKIS, John, LEWIS, Helen. **Design + Environment**. Sheffield: Greenleaf Publishing Limited, 2001.

GORINI, A.P.F. **Panorama do setor moveleiro no Brasil, com ênfase na competitividade externa a partir do desenvolvimento da cadeia industrial de produtos sólidos de madeira.** Rio de Janeiro: BNDES, 1998.

GORINI, Ana Paula. **A indústria de móveis no Brasil.** São Paulo: ABIPTI, 2000.

GROUT, R. J. **Mistake Proofing Production.** Production and Inventory Management Journal, vol. 38, 3, p. 33-37, Third Quarter 1997.

HINCKLEY, M. **A Mistake Proofing Taxonomy.** Assured Quality Memorandum, Manteca, 1997

IBGE/POF. **Pesquisa de orçamentos familiares 2002-2003 - Primeiros resultados - Brasil e Regiões.** Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 270 p.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção.** São Paulo: Blücher, 2005.

KANJIL, Gopal K. et al. **Total Quality Management.** Proceedings of the First World Congress. Londres: Chapman and Hall, 1995.

KAREN, Robert W; PARRIS Thomas M; LEISEROWITZ Anthony A. **What's is Sustainable Development: Goals, Indicators, Values and Practices.** Journal Issues of Environment: Science and Policy of Sustainable Development. v.47, n. 3, p. 8-21, 2005.

KAZAZIAN, Thierry (org). **Haverá a Idade das Coisas Leves.** São Paulo: SENAC, 2005.

KJELLEN, U. **Accidents deviation models.** In : Encyclopedia of Occupational Health and Safety. V. 2 4<sup>th</sup> edition. Geneva: International Labour Office p. 56. 1-56. 4.

LEWIS, Helen; GERTSAKIS, John; et al. **Design + Environmental: A Global Guide to Designing greener goods.** Sheffield: Greenleaf Publishing Limited, 2001.

LÓPEZ, Nuria Mirto. **Environmental Protection by International Organization in Wartime.** Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change: Long-Term Policies: Governing Social-Ecological Change'. Berlin, 2008.

MAGUIRE, Martin. Methods to support human-centred design. **International Journal of Human-Computer Studies.** n. 55, 2001b, p.587-634

MAGARIÑOS, Carlos A. **Economic Development and UN Reform: Towards a Common Agenda for Action. A proposal in the context of a Millennium Development Goals.** United Nations Industrial Development Organization. Vienna, 2005.

MANZINI, Ezio; Vezzoli, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: Os Requisitos Ambientais dos Produtos Industriais.** São Paulo: EDUSP, 2005.

MANZINI, Ezio. **Design, Ethics and Sustainability: Guidelines for a Transition Phase.** Milão: Instituto Politécnico de Milão – DIS/INDACO, 2006a.

MANZINI, Ezio. **Scenarios of sustainable ways of living:** Local and global visions: first results of an international program of design workshops. Milano, 2006b.

MARGOLIN, Victor. **A World History of Design and a History of the World.** Journal of Design History: 2005, v.18(3), p.235-243.

MARSH, George P. **Man and Nature or Physical Geography as Modified by Human Action.** New York: Charles Scribner, 1865, p.

MÖNKÄRE, Sinikka. **Putting People at the Center of Sustainable Development – STAKES.** Proceedings of the Expert Meeting on the Social Dimension in Sustainable Development. Contributed Papers, v.2 p.7-8. Finlandia, 1999

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo.** Porto Alegre: Sulina, 2005.

NIELSEN, Jakob. **Usability Engineering.** San Diego: Morgan Kaufmann, 1993a.

NIELSEN, J., and LANDAUER, T. K. 1993b. **A mathematical model of the finding of usability problems.** *Proceedings ACM/IFIP INTERCHI'93 Conference* (Amsterdam, The Netherlands, April 24-29), 206-213.

NORMAN, Donald A. **O Design do Dia à Dia.** Rio de Janeiro: Rocco, 2006

ONO, Maristela M. **Design e Cultura: Sintonia Essencial.** Curitiba: Edição da Autora, 2006.

OXMAN, Rivka. **Cognition and Design.** Design Studies v.17 n.4 October, 1996.

PAPANEK, Victor. **Design for a Real World: Human Ecology and Social Change**. Chicago: Academy Chicago, 1985.

PREECE, Jenny; ROGERS, Yvonne, SHARP, Helen. **Interaction Design**. Milano : Apogeo Editore, 2004.

RASMUSSEN, J. **Human Error. In Information Processing and Human-Machine Interaction**. New York: North Holland, 1986.

REASON, James. **Human Error**. New York: Cambridge University Press, 1990.

ROBSON, Colin. **Real Word Research**. Padstow: Blackwell Publishing, 2006.  
ROSE, C. M. "**Design for Environment: A Method for Formulating Product End-of-Life Strategies**". Ph.D. dissertation. Mechanical Engineering, Stanford University. November, 2000.

SAIANI, Edmour. **Loja Viva: Revolução no Pequeno Varejo Brasileiro**. Rio de Janeiro: SENAC, 2001.

SANDERS, M. S; McCORMICK, E. J. **Human Factors in Engineering and Design**. New York: McGraw-Hill, 1993.

SHINGO, Shigeo. **Zero Quality Control: source inspection and the poka-yoke system**. Oregon: Productivity Press, 1986.

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhoria Contínuas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SPERLING, Abraham P; MARTIN, Kenneth. **Introdução à Psicologia**. São Paulo: Pioneira, 2003.

STABEL, Peter. **Guilds in late medieval Flanders: myths and realities of guild life in an export-oriented environment**. Journal of Medieval History, vol. 30, Issue 2, p. 187-212, Junho 2004.

STEWART, Douglas M. **The Human Side Of Mistake-Proofing**. Production and Operation Management Journal: Winter, 2001.

TSOU, J. C.; CHEN, J. M. **Dynamic Model for a Defective Production System with Poka-Yoke**. Journal of Operational Research Society, vol. 56, p. 799-803, 2005.



TRIGUEIRO, André et al. **Meio Ambiente no Século 21**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

UNEPa – **Environmental and Human Well-being: a Practical Strategy**. UN Millenium Project: a task force for environmental sustainability. London: Earthscan, 2005.

VALENÇA, A. C. V. ; ROQUE, C. A. ; SOUZA, P. Z. **MDF – Médium Density Fiberboard**. Rio de Janeiro: BNDES, s.d. Relatório Técnico Produtos Florestais: BNDES/FINAME/BNDESPAR.

VEZZOLI, Carlo. *Design per la sostenibilità: una disciplina (sempre più) articolata*, in Vezzoli C., Tamborrini P. (a cura di), **Design per la sostenibilità. Strumenti e strategie per la decade “Educazione per lo sviluppo sostenibile**, Nazioni Unite (2005-2014)”, patrocinato da Nazioni Unite (DESD), Commissione Nazionale UNESCO e provincia di Milano, LlibreriaClup editore, ISBN 978-88-7090-949-4, Milano, 2007a, pp. 31-45.

VEZZOLI, Carlo. **Design for Sustainability: a new research frontiers**. Curitiba: 7th P&D - Brazilian Conference on Design Proceedings, 2006.

VEZZOLI, Carlo. **System Design for Sustainability: Theory, methods and tools for a sustainable “satisfaction-system” design**. Milano: Maggioli Editore, 2007b.

WICK, Rainer. **Pedagogia da Bauhaus**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WHITELEY, Nigel. **Design for Society**. London: Reaktions Book, 1993.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. São Paulo: Bookman, 2001.

ZABEL, Hans-Ulrich. **A Model of Human Behavior for Sustainability**. International Journal of Social Economics Volume 32 Number 8 2005 pp. 717-734

## Referências Eletrônicas

ABEP. **Critério Brasil 2008**. Disponível em  
<[http://www.abep.org/codigosguias/Criterio\\_Brasil\\_2008.pdf](http://www.abep.org/codigosguias/Criterio_Brasil_2008.pdf)>. Acesso 24/05/07.

ABIMOVEL. **Panorama do Setor Moveleiro**. Disponível em:  
<[http://www.abimovel.com/?pg=panorama\\_setor](http://www.abimovel.com/?pg=panorama_setor)>. Acesso 20/02/07.

AGENDA 21. **Plano de Implementação da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=573>> Acesso: 27/08/07

AGÊNCIA NACIONAL DE NOTÍCIA. **Bolsa Família**  
<[www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2007/09/04/materia.2007-09-04.5687737617/view](http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2007/09/04/materia.2007-09-04.5687737617/view)> Acesso: 15/08/07

BARRY, Dalal-Clayton. **What is Sustainable Development?** National Strategies for Sustainable Development. Disponível em:  
<[www.nssd.net/otherdocuments/sustdev2.doc](http://www.nssd.net/otherdocuments/sustdev2.doc)> Acesso: 27/08/07

DIEESE. **Salário Mínimo 2007**. Disponível em: [www.dieese.org.br](http://www.dieese.org.br)  
Acesso: 23/08/07

ERD GUIDELINES - EcoReDesign Guidelines for furniture and building products. Center for Design at RMIT, Melbourne. Disponível em:  
<<http://www.cfd.rmit.edu.au/content/view/full/185>> Acesso: 21/06/07

EverdEE - Guia técnico para produtos à base de Madeira. ECOSMES. Disponível em:  
<http://www.ecosmes.net/cm/navContents?l=IT&navID=woodProducts&subNavID=1&pagID=2>> Acesso: 21/06/07

FJP; MINISTÉRIO DAS CIDADES- BRASIL. **Défict Habitacional no Brasil: Municípios Selecionados e Micro Regiões Geográficas**. Disponível em:  
<[http://www.fjp.mg.gov.br/exibe\\_subproduto.php?unidade=todas&produto=9](http://www.fjp.mg.gov.br/exibe_subproduto.php?unidade=todas&produto=9)>. Data de Acesso: 23/02/07.

GROUT, John. **Poka-Yoke Page**. Disponível em:  
<<http://csob.berry.edu/faculty/jgrout/pokayoke.shtml>> Acesso: 23/11/06.

IBGE. **Contagem da População 1996: Unidades Domiciliares**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem/conceitos.shtm>> Acesso: 03/03/07.

IBGE/PNAD. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios/2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2000/default.shtm>>. Acesso: 05/03/07.

ICSID – INTERNATIONAL COUNCIL OF SOCIETIES OF INDUSTRIAL DESIGN. **Definition of Design**. Disponível em: <<http://www.icsid.org/about/about/main/articles31.htm>> Acesso: 14/04/07.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. Disponível em: <<http://cms.iucn.org/>> Acesso: 30/08/07

ICSID – International Council of Society in Industrial Design. **Design Concept**. 2005. Disponível em: <[www.icsid.org](http://www.icsid.org)> Acesso: 10/04/07

ISO – International Organisation for Standardisation. **ISO 14040 - Life Cycle Assessment**, 2002. Disponível em: <<http://www.iso-14001.org.uk/iso-14040.htm>> Acesso: 10/04/07

IMAGEM MÉTODO DE POSICIONAMENTO. Disponível em: <[http://pokayoke.wikispaces.com/space/showimage/Orientation\\_Checking.jpg](http://pokayoke.wikispaces.com/space/showimage/Orientation_Checking.jpg)> Acesso: 19/02/07.

IMAGEM MÉTODO DE CONTAGEM. Disponível em: <<http://www.compad.com.au/cms/autosys/workstation/uplimages/167183.pokayoke2.jpg>> Acesso: 19/02/07.

IMAGEM MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO. Disponível em: <[http://www.npd-solutions.com/mistake-proofing\\_3.jpg](http://www.npd-solutions.com/mistake-proofing_3.jpg)>. Acesso: 19/02/07.

**MML - Manufacturing Modeling Laboratory** - The Mechanical Engineering Department at Stanford. Disponível em: <<http://www-mml.stanford.edu/>> Data de Acesso: 30 de maio de 2007.

LABELO-PUCRS. Tomadas, Plugues, Interruptores e Conectores. Disponível em: <[http://www.pucrs.br/labelo/ens\\_lab\\_ptic.php](http://www.pucrs.br/labelo/ens_lab_ptic.php)> Data de Acesso 10 de agosto de 2007.

LOTTI, Giuseppe - coord. **Manuale di EcoDesign – Consorzio Casa Toscana**. Disponível em:

<[www.csm.toscana.it/news\\_allegato/35-MANUALE%20ECODESIGN%20IT.doc](http://www.csm.toscana.it/news_allegato/35-MANUALE%20ECODESIGN%20IT.doc)>

<[www.csm.toscana.it/news\\_allegato/35-MANUALE%20ECODESIGN%20PT.doc](http://www.csm.toscana.it/news_allegato/35-MANUALE%20ECODESIGN%20PT.doc)>

Acesso: 08/06/07

MALTHUS, Thomas R. **An Essai on the Principle of Population or a View of Its Past and Present Effects on Human Happiness with an Inquire into Our Prospects Respecting the Future Removal or Mitigation of the Evils wich It Ocasions**. John Murray: London, 1817. Vol. 3, 5 ed. Disponível em:  
<<http://www.google.com.br/books?id=hwQAAAAAMAAJ&printsec=frontcover&dq=MALTHUS#PPP8,M1>> Acesso: 15/06/07

MALTHUS, Thomas R. **An Essai on the Principle of Population**. Cambridge University Press, 1992, p.61-62. Disponível em:  
<[http://www.google.com.br/books?id=4EQTCHiFUBMC&printsec=frontcover&dq=MALTHUS&source=gbs\\_summary\\_r&cad=o#PPT1,M1](http://www.google.com.br/books?id=4EQTCHiFUBMC&printsec=frontcover&dq=MALTHUS&source=gbs_summary_r&cad=o#PPT1,M1)> Acesso: 15/06/07

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Marcos referenciais do Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=573>> Acesso: 13/10/06

MEADOWS et al. **Limits to Growth – the 30 update**. Chelsea Green, 2004. Short version disponível em: <[www.clubofrome.org/docs/limits.rtf](http://www.clubofrome.org/docs/limits.rtf)> Acesso: 15/02/08

NETO, Maradei. **Setor moveleiro cresceu 17,27% em 2006** in Call to Call, 13/03/2007. Disponível em:  
<[http://www.calltocall.com.br/site/web/noticias.asp?id\\_noticia=3181](http://www.calltocall.com.br/site/web/noticias.asp?id_noticia=3181)> Acesso: 15/05/2007

ONU – Organização das Nações Unidas. **ABC da ONU -Propósitos da ONU**. Disponível em :  
<[http://www.unicrio.org.br/BibliotecaTextos.php?Texto=abc\\_indice.htm](http://www.unicrio.org.br/BibliotecaTextos.php?Texto=abc_indice.htm)> Acesso 14/02/08

RELATÓRIO DE BRUNDTLAND. Disponível em:< <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>> Acesso: 10/08/07.

SILVA, Marina. **O que é Agenda 21? Marcos referenciais do Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 200-. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=597>>Acesso: 10/03/07

UFPR - Universidade Federal do Paraná. Leg: Laboratório de Estatística e Geoinformação. Disponível em: <<http://leg.ufpr.br/~shimakur/CE001/node31.html>> Acesso: 15/12/07

UNEP – **Union Nations Environment Program** . Disponível em:  
<<http://www.unep.org/>> Acesso: 15/08/07

UNEP. **Design for Sustainability**. Disponível em:  
<<http://www.unep.fr/pc/sustain/design/design-subpage.htm>> Data de Acesso:  
21/05/07

UNEP **International Declaration Cleaner Production**. Disponível em:  
<<http://www.unep.org/OurPlanet/imgversn/104/declare.html>> Acesso: 10/10/07

UNESCO - Union Nations Education, Scientific and Cultural Organization. **Decade**.  
Disponível em:  
<[http://portal.unesco.org/education/en/ev.phpURL\\_ID=23279&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/education/en/ev.phpURL_ID=23279&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)> Acesso: 10/01/08

UN-HABITAT – Union Nation Settlements Program. Disponível em :  
<<http://www.unhabitat.org/>> Acesso: 19/02/07.

WCED. **Our Common Future**. Report of the World Commission on Environment and Development. Oxford University Press, Oxford, England. 1987, p. 24. Disponível em: <<http://www.worldinbalance.net/pdf/1987-brundtland.pdf>> Acesso: 01/04/07

WSSD – World Summit on Sustainable **Development**. **Johannesburg Declaration on Sustainable Development**. Johannesburg, 2002. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/jburgdec.htm>> Acesso: 13/05/07

## **APÊNDICE 1**

### **Autorização de Uso de Imagem e Som**





### Autorização de Uso de Imagem e Som

Autorizo voluntariamente a Universidade Federal do Paraná, através do Núcleo de Design e Sustentabilidade, situado na Rua General Carneiro, 460, Edifício Dom Pedro I, 7 andar, sala 717, Centro, Curitiba, Paraná, a utilizar a minha voz, imagem e informações por mim fornecidas à UFPR, em materiais impressos e mídias digitais de cunho científico sem limitação de tempo ou do número de utilizações / exibições, no Brasil ou no exterior, por meio de qualquer meio de transporte de sinal ou suporte material existente, conforme expresso na Lei 9.610/98 (Lei de Direitos Autorais), não cabendo a mim direito e/ou remuneração, a qualquer tempo e título.

Local da produção: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

CPF: \_\_\_\_\_

**APÊNDICE 2**  
**Roteiro de Observação**  
**Mini-Survey em Lojas de Móveis Populares**



## Roteiro de Observação Mini-Survey em Lojas de Móveis Populares

Loja \_\_\_\_\_ Cod. \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_  
 Entrevistador \_\_\_\_\_  
 Móvel \_\_\_\_\_  
 Descrição \_\_\_\_\_

1. Materiais	<b>Base de Madeira</b> <input type="checkbox"/> MDF <input type="checkbox"/> Aglomerado <input type="checkbox"/> OSB <input type="checkbox"/> Duratex <input type="checkbox"/> Compensado	<b>Outros Materiais</b> <input type="checkbox"/> Vidro <input type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Metal
2. Acabamentos	<input type="checkbox"/> Lâmina de madeira <input type="checkbox"/> Melamina <input type="checkbox"/> Fórmica <input type="checkbox"/> Pósform <input type="checkbox"/> Laca	<input type="checkbox"/> Pintura <input type="checkbox"/> Verniz <input type="checkbox"/> Cera
3. Sistemas de Fixação	<b>Provisório</b> <input type="checkbox"/> Encaixe <input type="checkbox"/> Cavilha <input type="checkbox"/> Bucha/Parafuso <input type="checkbox"/> Ferragem	<b>Permanente</b> <input type="checkbox"/> Pregos <input type="checkbox"/> Cola/adeseivo <input type="checkbox"/> Grampo
4. Processo de Montagem	<input type="checkbox"/> Complexo <input type="checkbox"/> Demorado	<input type="checkbox"/> Intuitivo <input type="checkbox"/> Rápido
4.1. Consulta ao Manual de montagem	<input type="checkbox"/> Dispensável	<input type="checkbox"/> Indispensável
4.2. Execução da montagem	<input type="checkbox"/> Profissional	<input type="checkbox"/> Do-it-yourself
4.3. Permite desmontagem	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
4.4. Permite remontagem	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
4.5. Permite manutenção corretiva	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
4.6. Permite manutenção preventiva	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
4.7. Permite flexibilidade	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
4.8. Permite adaptabilidade	Estrutural <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Funcional <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Estética <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
5. Ocorrência de Poka-Yoke	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
6. Itens de Segurança	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

**APÊNDICE 3**  
**Questionário**  
**Mini-Survey em Lojas de Móveis Populares**



## Questionário Mini-Survey em Lojas de Móveis Populares

Loja \_\_\_\_\_ Cod. \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_  
 Entrevistador \_\_\_\_\_  
 Cargo \_\_\_\_\_ do  
 Respondente \_\_\_\_\_

### Perguntas:

1. Qual tipo de móvel mais vendido na loja?

2. Qual é o polo produtor deste móvel?

3. Com que material é confeccionado?

- |                                     |                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> MDF        | <input type="checkbox"/> Vidro        |
| <input type="checkbox"/> Aglomerado | <input type="checkbox"/> Plástico     |
| <input type="checkbox"/> OSB        | <input type="checkbox"/> Metal        |
| <input type="checkbox"/> Duratex    | <input type="checkbox"/> Outros _____ |
| <input type="checkbox"/> Compensado |                                       |

4. Qual o acabamento mais procurado pelos compradores?

- |              |  |                                       |
|--------------|--|---------------------------------------|
| Estante      | <input type="checkbox"/> Lâmina de madeira | <input type="checkbox"/> Pintura      |
|              | <input type="checkbox"/> Melamina          | <input type="checkbox"/> Verniz       |
|              | <input type="checkbox"/> Fórmica           | <input type="checkbox"/> Cera         |
|              | <input type="checkbox"/> Pósform           | <input type="checkbox"/> Outros _____ |
|              | <input type="checkbox"/> Laca              |                                       |
| Guarda-roupa | <input type="checkbox"/> Lâmina de madeira | <input type="checkbox"/> Pintura      |
|              | <input type="checkbox"/> Melamina          | <input type="checkbox"/> Verniz       |
|              | <input type="checkbox"/> Fórmica           | <input type="checkbox"/> Cera         |
|              | <input type="checkbox"/> Pósform           | <input type="checkbox"/> Outros _____ |
|              | <input type="checkbox"/> Laca              |                                       |
| Balcão       | <input type="checkbox"/> Lâmina de madeira | <input type="checkbox"/> Pintura      |
|              | <input type="checkbox"/> Melamina          | <input type="checkbox"/> Verniz       |
|              | <input type="checkbox"/> Fórmica           | <input type="checkbox"/> Cera         |
|              | <input type="checkbox"/> Pósform           | <input type="checkbox"/> Outros _____ |
|              | <input type="checkbox"/> Laca              |                                       |

5. Quando o móvel é vendido, por quem é feita a montagem?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Montagem profissional inclusa no preço | <input type="checkbox"/> Montagem pelo próprio cliente              |
| <input type="checkbox"/> Entrega do manual                      | <input type="checkbox"/> Explicações sobre desmontagem e remontagem |

6. Quando feita pelo usuário o custo da montagem é abatido do móvel?

- ☐ Sim ☐ Não

7. Quando o cliente opta por montar sozinho seu móvel isto afeta na garantia do mesmo?

- ☐ Sim ☐ Não

8. Qual (is) as causas de trocas/reclamações

- ☐ Ferragens ☐ Acabamento ☐ Outros \_\_\_\_\_

## **APÊNDICE 4**

### **Entrevista Semi-Estruturada**

### **Mini-Survey em Habitações de Interesse Social**



## Entrevista Semi-Estruturada

Entrevistador: \_\_\_\_\_  
Local: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

### GERAL

O Sr. (Sra) pode me dizer seu nome completo?

Quantos anos o Sr. (Sra) tem?

Endereço completo:

Quanto tempo está morando nesta casa?

### COMPOSIÇÃO FAMILIAR

Quantas pessoas moram com o senhor (a)?

Quem são estas pessoas? Verificar parentesco.

### RENDA

O Sr./Sra trabalha ( ) sim ( ) não

Se sim:

função:

( ) fixo ( ) esporádico

Faixa de renda familiar

( ) 1SM ( ) 2SM ( ) 3SM ( ) 4SM ( ) 5 ou < SM

8. Alguém trabalha em casa/ usa a casa como local de trabalho?

( ) sim ( ) não

Se sim: O que faz?

Qual local da casa trabalha?

### GASTOS

Quais são os gastos mensais da família

Água:

Luz:

Telefone:

Comida:

Outros:

Quantos dos que moram na casa sabem ler?

Quantos sabem escrever?

O Sr (a) pode dizer o tempo de estudo de cada um?

### MORADIA

Comprou a casa pela Cohab?

( ) sim ( ) não

O tamanho da casa é adequado à família?

Nesta ou em outra casa, o senhor já usou móveis para dividir uma peça da casa?

( ) sim ( ) não

Se sim: o que dividiu?



O que usou pra dividir?

#### MOBILIÁRIO

Os móveis da sua casa foram:

( ) comprados ( ) doados ( ) emprestados ( ) achados

Se comprados:

( ) de terceiros ( ) lojas de móveis usados ( ) lojas de móveis novos

→ Como foram pagos?

→ Como foram entregues?

Se comprados em uma loja → Quem montou?

( ) montador da loja ( ) usuário

→ Se foi o próprio usuário:

→ Manual

Tinha manual de montagem? ( ) sim ( ) não

Precisou do manual de montagem? ( ) sim ( ) não

Usou? ( ) sim ( ) não

→ Ferramentas

Tinha as ferramentas pra desmontar e montar? ( ) sim ( ) não

→ Tempo

Demorou muito tempo?

Teve dificuldades? ( ) sim ( ) não

Se sim: quais?

→ Erros

Estragou alguma coisa? ( ) sim ( ) não

Se sim: o quê?

→ Se foi montador profissional:

A montagem era grátis? ( ) sim ( ) não

Perguntaram se o Sr (a) preferia montar sozinho? ( ) sim ( ) não

Foram montados corretamente? ( ) sim ( ) não

Foram presos à parede? ( ) sim ( ) não

Deixaram manual de montagem? ( ) sim ( ) não

Quanto tempo tem esses móveis?

( ) pouco ( ) médio ( ) muito

Os móveis que estão aqui vieram da outra casa? ( ) sim ( ) não

Se sim:

Quem desmontou pra viagem?

Quem montou novamente?

Precisou do manual de montagem? ( ) sim ( ) não

Usou? ( ) sim ( ) não

Fácil ou difícil de entender? ( ) sim ( ) não

Tinha as ferramentas? ( ) sim ( ) não

Demorou muito tempo?

Teve dificuldades? ( ) sim ( ) não

Se sim: quais

Quebrou alguma peça na mudança? ( ) sim ( ) não

Você tem algum problema com o mobiliário? ( ) sim ( ) não

Se sim: poderia descrever?

Você conhece móveis do tipo que você compra, traz e você mesmo monta? ( ) sim ( ) não

Você tem algum?

( ) sim ( ) não

Os móveis que você possui têm um tamanho bom pra sua casa?

( ) sim ( ) não

Dá pra guardar tudo o que tem neles?

( ) sim ( ) não

Se precisa você ajusta (ajusta) os móveis?

**APÊNDICE 5**  
**Roteiro de Observação**  
**Mini-Survey Habitações de Interesse Social**



## Entrevista Semi-Estruturada

Entrevistador: \_\_\_\_\_

Local: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

## Roteiro de Observação

Móvel nº \_\_\_\_\_ Local \_\_\_\_\_

Foto nº \_\_\_\_\_

Tipo do móvel: \_\_\_\_\_

Origem → ( ) loja ( ) usados ( ) doação ( ) achado

Tempo de uso → ( ) pouco ( ) médio ( ) muito

Já foi desmontado → ( ) sim ( ) não

Está danificado → ( ) sim ( ) não

Tipo do dano → ( ) estrutural ( ) funcional ( ) estético

Tipo de encaixes:

ferragens	parafuso	grampo	bucha	encaixe	cavilha	cola	adesivo	poka-yoke
<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> sim
<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não

Observações

---



---



---

## **APÊNDICE 6**

### **Questionário de Familiaridade Tecnológica**

### **Estudo de Caso**



## Questionário de Familiaridade Tecnológica

Grupo nº \_\_\_\_\_ Entrevistador \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Nome | \_\_\_\_\_

### Perguntas:

1 Você sabe ler? ( ) sim ( ) não

1.1 | Se sim → Até que série você estudou? (aguardar resposta espontânea)

( ) 1 a 4 série ( ) 5 a 8 série ( ) Segundo Grau ( ) Técnico ( ) Superior

2 Você conhece estes objetos?

Sugestão da forma de conduzir a pergunta:

→ Eu vou te mostrar algumas coisas e você me diz se conhece tudo bem?

(mostrar o objeto listado abaixo ao entrevistado)

Ferramentas	Conhece: sim ou não	Já usou?
Martelo		
Chave de fenda		
Alicate		
Parafusos		
MINIFIX®		

3 Já montou alguma coisa? ( ) sim ( ) não

| Se sim →

Era de encaixar, pregar ou parafusar? → Esperar a pessoa responder espontaneamente:

Você já brincou com:

3.1 Jogos de montar? ( ) sim ( ) não

| Se sim → qual?

3.2 Quebra-cabeça? ( ) sim ( ) não

| Se sim → qual?

Você já montou :

3.3 Eletrodomésticos (tipo liquidificador, aspirador, computador)? ( ) sim ( ) não

| Se sim → qual?

3.4 Móveis ( ) sim ( ) não

| Se sim → qual?

4 Já pregou coisas? ( ) sim ( ) não

| Se sim → o que?

Descreva como foi

5 Já utilizou furadeira? ( ) sim ( ) não

| Se sim → para quê?

Descreva como foi

6 Já construiu alguma coisa? ( ) sim ( ) não

| Se sim → o quê?

Descreva como foi

## **APÊNDICE 3**

### **Entrevista Pós-Processo**

### **Estudo de Caso**



## Entrevista Pós-processo

Grupo nº \_\_\_\_\_ Entrevistador \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Nome | \_\_\_\_\_

Perguntas:

### ASPECTOS FÍSICOS

1.1 Você tem algum problema físico?

( ) Sim ( ) não

1.2 Você precisa usar óculos?

( ) Sim ( ) não

→ se sim: quanto tempo faz que você foi ao oftalmologista?

Você tem problemas de coluna, alguma doença que te impossibilita de levantar peso ou fazer força?

( ) Sim ( ) não

→ se for mulher- está grávida ou amamentando? ( ) Sim ( ) não

### ASPECTOS COGNITIVOS/ INFORMACIONAIS

Manual de Instrução –

2 Foi fácil entender o que tinha você que fazer quando você leu o manual de instrução?

( ) Sim ( ) não

→ se sim:

( ) sem dificuldade ( ) com dificuldade

→ se com dificuldades:

2.1 Teve dificuldades em

( ) compreender os desenhos

( ) compreender o que estava sendo pedido para fazer

2.2 Você precisou ler as instruções ou apenas os desenhos foram suficientes para entender o que precisava fazer?

( ) precisou da leitura ( ) utilizou só o desenho

2.3 As cores te ajudaram a identificar a etapa que estava montando e as peças que precisava utilizar?

( ) Sim ( ) não

### ASPECTOS INSTRUMENTAIS

3 Tinha algum instrumento ou ferragem utilizada na montagem que você não conhecia?

( ) Sim ( ) não

→ se sim: qual?

3.1 Teve dificuldades de utilizar os instrumentos para montagem (chave de fenda, martelo)?

( ) Sim ( ) não

→ se sim, descreva:

3.2 Teve dificuldades de reconhecer os conjuntos de peças de cada etapa da montagem?

( ) Sim ( ) não

3.3 As peças estarem separadas em saquinhos com cores te ajudaram a identificar o que precisava utilizar?



- (    ) Sim                      (    ) não  
 3.4 O número de peças foi motivo de dificuldade pra você montar?  
 (    ) Sim                      (    ) não  
 3.5 O peso da peças foi motivo de dificuldade pra você montar?  
 (    ) Sim                      (    ) não  
 3.6 A altura do móvel foi motivo de dificuldade pra você montar?  
 (    ) Sim                      (    ) não

#### ASPECTOS AMBIENTAIS

4. Você achou o lugar pra montar o móvel muito apertado? Isso dificultou?  
 (    ) Sim                      (    ) não  
 4.1 A pouca luminosidade interferiu na montagem ou na desmontagem?  
 (    ) Sim                      (    ) não  
 4.2 A temperatura interferiu na montagem ou na desmontagem?  
 (    ) Sim                      (    ) não  
 4.3 A cor do móvel interferiu na montagem ou na desmontagem?  
 (    ) Sim                      (    ) não  
 4.3 Barulhos atrapalharam sua concentração na montagem ou na desmontagem?  
 (    ) Sim                      (    ) não

#### ASPECTOS PSICOLÓGICOS

5. Você sentiu algum medo antes ou durante a montagem/desmontagem?  
 (    ) Sim                      (    ) não  
 → se sim: o que te causou medo?  
 5.1 Você tem medo ou receio de montar móveis?  
 (    ) Sim                      (    ) não  
 → se sim: qual é o medo/receio?  
 5.2 Você já estragou algum móvel alguma vez?  
 (    ) Sim                      (    ) não  
 → se sim: descreva?

#### ASPECTOS CULTURAIS

- 6.1 Você prefere montar seu próprio móvel ou pagar para alguém montar para você?  
 (    ) montar                      (    ) pagar  
 6.2 Descreva como foi para você esta experiência de montar e desmontar este móvel,  
 6.3 Se você pudesse melhorar, o que faria?

Observações: \_\_\_\_\_

## **APÊNDICE 8**

### **Roteiro de Observação**

### **Estudo de Caso**



## Roteiro de Observação

Grupo nº \_\_\_\_\_ Entrevistador \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Para cada questão abaixo, descrever as ações do avaliador, impressões, observações:

- 1) Utilização do manual de instrução
- 2) Compreensão do manual de instrução
- 3) Percepção das cores como padrão para cada nível
- 4) Primeira ação
- 5) Iniciou a montagem por:
- 6) Demonstrou insegurança:
- 7) Montagem da base
- 8) Colocou os pés de madeira
- 9) Encaixou os módulos
- 10) Rosqueou os pinos
- 11) Montagem do nível 1
- 12) Encaixou os módulos
- 13) Atarraxou as buchas
- 14) Colocou os pinos de união
- 15) Colocou os pinos do minifix
- 16) Colocou as buchas e atarraxou
- 17) Colocou os módulos do nível 2
- 18) Atarraxou as buchas do minifix
- 19) Colocou os pinos de união
- 20) Colocou os pinos do minifix
- 21) Colocou as buchas e atarraxou
- 22) Colocou os módulos do nível 3
- 23) Atarraxou as buchas do minifix
- 24) Colocou os pinos de união
- 25) Colocou os pinos do minifix
- 26) Colocou as buchas e atarraxou
- 27) Colocou os módulos do nível 4
- 28) Atarraxou as buchas do minifix
- 29) Colocou os pinos de união

## **APÊNDICE 9**

### **Plano de Registro de Imagem**

### **Estudo de Caso**



## Plano de Registro de Imagem – Estudo de Caso

Construir duas estruturas com bloqueio de luz externa

Posicionar câmeras nas duas extremidades (janelas) externas (ver esquema)

- Câmera 1: focar na ação do avaliador
- Câmera 2: aberta para o ambiente do processo (utilizar tripé)
- Câmera 3: focar na ação do avaliador
- Câmera 4: aberta para o ambiente do processo (utilizar tripé)

